

1-2003

# РАДИО

АУДИО • ВИДЕО • СВЯЗЬ • ЭЛЕКТРОНИКА • КОМПЬЮТЕРЫ



**ПОЗДРАВЛЯЕМ НАШИХ ЧИТАТЕЛЕЙ  
С НАСТУПИВШИМ НОВЫМ ГОДОМ!**

- Современные селекторы ТВ каналов «Белвар»
- Конструирование современных ламповых УЗЧ
- PS one: принципиальная схема
- Автомат для доразрядки NiCd аккумулятора
- Тороидальные антенны
- ...и еще 30 конструкций

**1**  
**2003**





# Экскурсия в музей Никола Тесла

*"Тесла внес больший вклад в науку об электричестве, чем кто-либо другой".*

**Лорд Кельвин**

*"Мир еще долго будет дожидаться разума, равного по созидательным возможностям и силе воображения разуму Теслы".*

**Эдвин Армстронг**

60 лет назад, 7 января 1943 года, не имея ни собственного жилья, ни денег, в номере нью-йоркской гостиницы скончался величайший ученый, на основе изобретений и разработок которого построена большая часть современной электроэнергетики. Он умер в возрасте 86 лет, тихо и незаметно.

Имя Никола Теслы овеяно легендами и мифами, многие из которых вымышлены. До сих пор идут жаркие споры о его научном наследии, из которого сохранилось, увы, совсем немного. Этому способствовали и замкнутость ученого, и стиль работы (он почти не делал записей и прорабатывал



## Тесла — человек и исследователь

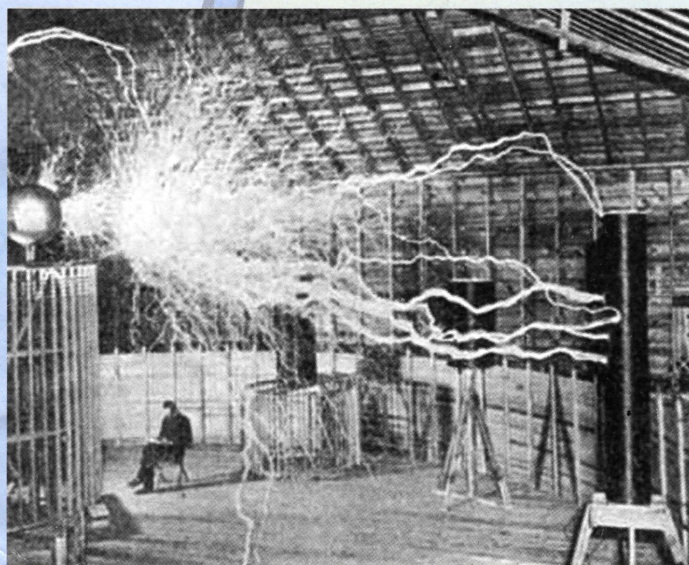
Никола родился в полночь с 9-го на 10 июля 1856 года в маленьком селе Смиляны в нынешней Хорватии, входившей тогда в состав австро-венгерской империи, в семье сельского православного священника Милутина Теслы. Рано пробудившейся у Никола страсти к чтению способствовала прекрасная библиотека его отца. Изобретательность и фотографическую память он унаследовал от своей необразованной матери Георгины, которая тем не менее наизусть заучивала тома европейской поэзии. Тесла и сам писал стихи большую часть своей жизни.

Вопреки желаниям родителей (отец хотел, чтобы Никола стал священником) Тесла учился в Политехническом институте (г. Грац, Австрия) на механико-математическом и электротехническом факультетах, а также физическом факультете Пражского Университета. Уже тогда проявилась его необыкновенная работоспособность — Тесла трудился увлеченно, по 18—20 часов в сутки.

Большое место на стенах залов занимают письма, свидетельствующие о высочайшей оценке Теслы учеными с мировым именем, среди которых Эйнштейн, Кельвин, Крукс, Рентген, Милликен, Попов, Ли де Форест, Комптон, Кеннелли, Армстронг и другие. Здесь же выставлены ордена, награды Теслы и перевезенная в 1957 году из Нью-Йорка на родину урна с его прахом, сделанная в виде золотого шара на каменном постаменте.

## Волшебная сказка об электричестве

Выставка работ Теслы начинается с его "Волшебной сказки об электричестве", написанной с поэтическим вдохновением. "Сказка" показывает, как человечество в лице философов, ученых и исследователей постепенно постигало тайны электричества.



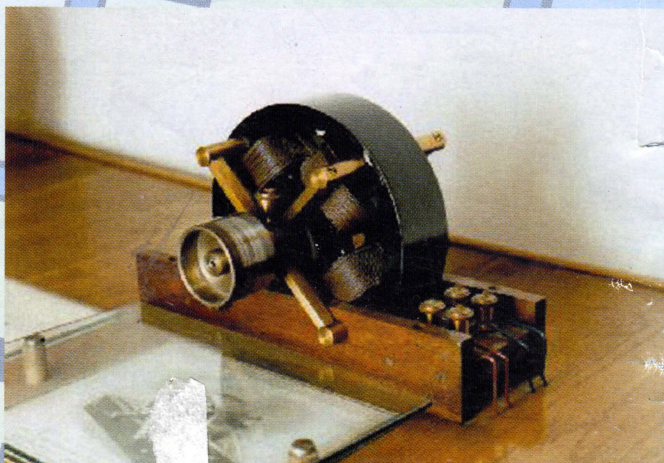
**Высоковольтный высокочастотный разряд от большого трансформатора Теслы. Справа видна еще одна катушка — вторичная обмотка трансформатора.**

свои проекты в уме), и пожар, уничтоживший лабораторию в 1895 году, и неверие людей в до безумия грандиозные проекты, рождавшиеся в его голове в последние десятилетия жизни, среди которых передача энергии без проводов, электромобиль без источников питания, освещение океанов и материков электрическим возбуждением ионосферы, защита от кораблей и самолетов противника лучевым оружием и т. д. Свои записи он вел на невообразимом смеси сокращенных сербских и английских слов, из-за чего прочитать их почти невозможно. Они долго хранились опечатанными в Нью-Йорке, дожидаясь наследников из воевавшей в то время Сербии.

Тесла ограничил свой круг общения близкими друзьями, среди которых были знаменитый писатель Марк Твен, известный физик Вильям Крукс и промышленник Натан Джордж Вестингауз.

В Белграде существует небольшой музей, в который попала сохранившаяся часть записей и более 250 патентов Теслы, его доклады в Американском обществе инженеров-электриков (AIEE) и ряд статей в различных изданиях. На Западе о нем написано несколько книг, где более или менее подробно передана биография и ранние научно-технические достижения.

Для ознакомления с жизнью и научной работой Теслы давайте просто "пройдем" по залам музея и познакомимся с экспозицией, довольно красочно рассказывающей его жизнь в разные периоды. Поможет нам в этом интернет-адрес <http://www.yurope.com/org/tesla>, а заголовки будут указывать на тему его комнат.



**Модель первого бесколлекторного двухфазного электромотора переменного тока — прообраза современных двигателей.**

(Окончание см. на с. 6)



<b>ВИДЕОТЕХНИКА</b>	<b>7</b>	Ю. Петропавловский. БВГ: ХАРАКТЕРИСТИКИ, ОСОБЕННОСТИ ЭКСПЛУАТАЦИИ И РЕМОНТА ..... 7
		А. Бурковский. СОВРЕМЕННЫЕ СЕЛЕКТОРЫ ТВ КАНАЛОВ «БЕЛВАР» ..... 10

<b>ЗВУКОТЕХНИКА</b>	<b>12</b>	Г. Гендин. ОСОБЕННОСТИ КОНСТРУИРОВАНИЯ СОВРЕМЕННЫХ ЛАМПОВЫХ УЗЧ ..... 12
		В. Носов. АКУСТИЧЕСКОЕ КОРОТКОЕ ЗАМЫКАНИЕ В ГРОМКОГОВОРИТЕЛЕ И ЕГО ПРЕОДОЛЕНИЕ ..... 14

<b>РАДИОПРИЕМ</b>	<b>17</b>	А. Пахомов. МОДЕРНИЗАЦИЯ РАДИОПРИЕМНИКОВ ..... 17
		П. Михайлов. НОВОСТИ ЭФИРА ..... 19

<b>КОМПЬЮТЕРЫ</b>	<b>20</b>	А. Сорокин. ОСОБЕННОСТИ ПРИМЕНЕНИЯ ОКСИДНЫХ КОНДЕНСАТОРОВ В ЦЕПЯХ ПИТАНИЯ МИКРОПРОЦЕССОРОВ ..... 20
		Н. Марамыгин. ПОДКЛЮЧЕНИЕ ПРИНТЕРА Д-100 К ПК ..... 21
		А. Клабуков, Б. Шильников. РЕМОНТ «МЫШИ» ..... 22

<b>МИКРОПРОЦЕССОРНАЯ ТЕХНИКА</b>	<b>23</b>	С. Рюмик. «PS one»: ПРИНЦИПИАЛЬНАЯ СХЕМА ..... 23
----------------------------------	-----------	---

<b>ИСТОЧНИКИ ПИТАНИЯ</b>	<b>29</b>	И. Полей. ПРЕОБРАЗОВАТЕЛЬ ДЛЯ ПИТАНИЯ БЫТОВОЙ АППАРАТУРЫ ..... 29
		Ю. Виноградов. АВТОМАТ ДЛЯ ДОРАЗЯДКИ Ni-Cd АККУМУЛЯТОРА ..... 33

<b>ИЗМЕРЕНИЯ</b>	<b>34</b>	В. Чуднов. ПРИСТАВКА К МУЛЬТИМЕТРУ ДЛЯ ИЗМЕРЕНИЯ ТЕМПЕРАТУРЫ ..... 34
		А. Бутов. ЩУП—ДЕЛИТЕЛЬ НАПРЯЖЕНИЯ ДЛЯ ЦИФРОВОГО МУЛЬТИМЕТРА ..... 35

<b>ЭЛЕКТРОНИКА В БЫТУ</b>	<b>36</b>	Р. Ушаков. МНОГОКАНАЛЬНЫЕ ОХРАННО-СИГНАЛЬНЫЕ УСТРОЙСТВА ..... 36
		Д. Беспятых, А. Колесников. УСТРОЙСТВО БЕСПРОВОДНОГО ДИСТАНЦИОННОГО УПРАВЛЕНИЯ «ЦИКЛОП» ..... 38

<b>РАДИОЛЮБИТЕЛЮ-КОНСТРУКТОРУ</b>	<b>42</b>	С. Архипов. ПРИМЕНЕНИЕ ТВЕРДОТЕЛЬНЫХ ОПТОЭЛЕКТРОННЫХ РЕЛЕ СРЕДНЕЙ МОЩНОСТИ ..... 42
-----------------------------------	-----------	--

<b>ЭЛЕКТРОНИКА ЗА РУЛЕМ</b>	<b>46</b>	М. Гладштейн, М. Пудов. СИГНАЛИЗАТОР НЕОПТИМАЛЬНОГО РЕЖИМА РАБОТЫ ДВИГАТЕЛЯ ..... 46
-----------------------------	-----------	---

<b>СПРАВОЧНЫЙ ЛИСТОК</b>	<b>49</b>	Г. Демиденко, В. Хаецкий. КОНДЕНСАТОРЫ С ОРГАНИЧЕСКИМ ДИЭЛЕКТРИКОМ ..... 49
--------------------------	-----------	--

<b>“РАДИО” — НАЧИНАЮЩИМ</b>	<b>53</b>	В. Поляков. РАДИОТЕХНИЧЕСКИЕ РАСЧЕТЫ — 5 ..... 53
		А. Шаронов. ПРОСТОЙ ИБП НА ОСНОВЕ «ЭЛЕКТРОННОГО ТРАНСФОРМАТОРА» ..... 55
		В. Солоненко. ЛАЗЕРНЫЙ СВЕТОТЕЛЕФОН ..... 56
		В. Поляков. ПРОСТОЙ РАДИОПРИЕМНИК КОРОТКОВОЛНОВИКА-НАБЛЮДАТЕЛЯ ..... 58
		С. Ребрушкин. ТАЙМЕР ОТКЛЮЧЕНИЯ ПИТАНИЯ ДЛЯ «ЭЛЕКТРОНИКИ ММЦ-01» ..... 60

<b>“РАДИО” — О СВЯЗИ</b>	<b>61</b>	УСПЕХ «ПОЛЕВОГО ДНЯ» ..... 61
		ВСТРЕЧА В КИЕВЕ ..... 63
		А. Гречихин. ТОРОИДАЛЬНЫЕ АНТЕННЫ ..... 64
		Н. Филенко. СИНТЕЗАТОР ЧАСТОТЫ НА ДИАПАЗОН 137 КГц ..... 67
		Г. Брагин. КВАРЦЕВЫЙ ФИЛЬТР ТРАНСИВЕРА ..... 69
		И. Нечаев. ДВЕ УКВ КОНСТРУКЦИИ ..... 71
		А. Голышко. ИНТЕРНЕТ: ИНСТРУКЦИЯ ПО УПРАВЛЕНИЮ ..... 73

ОБМЕН ОПЫТОМ (с. 16, 45). НА КНИЖНОЙ ПОЛКЕ (с. 11, 13). НАША КОНСУЛЬТАЦИЯ (с. 48).

ДОСКА ОБЪЯВЛЕНИЙ (с. 1, 3, 33, 34, 35, 41, 45, 75—80).

**ЧИТАЙТЕ  
В СЛЕДУЮЩЕМ  
НОМЕРЕ:**

**ЗИГЗАГООБРАЗНЫЕ АКТИВНЫЕ АНТЕННЫ ДМВ  
РАДИОПРИЕМНИК — ОН ЖЕ ЦИФРОВОЙ ЧАСТОТОМЕР  
MIDI-КЛАВИАТУРА НА PIC16F84  
ФАЗОВЫЙ ПОДАВИТЕЛЬ ПОМЕХ**



"Radio" is monthly publication on audio, video, computers, home electronics and telecommunication

УЧРЕДИТЕЛЬ И ИЗДАТЕЛЬ: РЕДАКЦИЯ ЖУРНАЛА «РАДИО»

Зарегистрирован Комитетом РФ по печати 21 марта 1995 г.

Регистрационный № 01331

Главный редактор Ю. И. КРЫЛОВ

Редакционная коллегия:

В. В. АЛЕКСАНДРОВ, В. М. БОНДАРЕНКО, А. В. ГОЛЫШКО,  
С. С. ГУБАНОВ (отв. секретарь), А. С. ЖУРАВЛЕВ, Б. С. ИВАНОВ,  
Е. А. КАРНАУХОВ, С. Н. КОМАРОВ, А. Н. КОРОТКОШКО, В. Г. МАКОВЕЕВ,  
С. Л. МИШЕНКОВ, А. Л. МСТИСЛАВСКИЙ, В. Т. ПОЛЯКОВ, Е. Г. СИЛКИНА,  
Б. Г. СТЕПАНОВ (первый зам. гл. редактора), В. В. ФРОЛОВ, В. К. ЧУДНОВ

Корректор Т. А. ВАСИЛЬЕВА

Обложка: А. Б. ШИТОВ

Верстка: Е. А. ГЕРАСИМОВА, В. П. ОБЪЕДКОВ

Адрес редакции:

107045, Москва, Селиверстов пер., 10

Тел.: (095) 207-31-18. Факс: (095) 208-77-13

E-mail: [ref@radio.ru](mailto:ref@radio.ru)

Группа работы с письмами — (095) 207-08-48

Отдел рекламы — (095) 208-99-45, e-mail: [advert@radio.ru](mailto:advert@radio.ru)

Распространение — (095) 208-81-79; e-mail: [sale@radio.ru](mailto:sale@radio.ru)

Подписка и продажа — (095) 207-77-28

Бухгалтерия — (095) 207-87-39

Наши платежные реквизиты:

получатель — ЗАО «Журнал «Радио», ИНН 7708023424,  
р/сч. 40702810438090103159 в Мецбанк ОСБ № 7811, г. Москва

Банк получателя — Сбербанк России, г. Москва

корр. счет 30101810400000000225 БИК 044525225

Подписано к печати 17.12.2002 г. Формат 84×108/16. Печать офсетная.

Объем 10 физ. печ. л., 5 бум. л., 13,5 уч.-изд. л.

В розницу — цена договорная

Подписной индекс:

по каталогу «Роспечати» — 70772;

по каталогу Управления федеральной почтовой связи — 89032.

За содержание рекламного объявления ответственность несет рекламодатель.

За оригинальность и содержание статьи ответственность несет автор.

В случае приема рукописи к публикации редакция ставит об этом в известность автора. При этом издатель получает эксклюзивное право на распространение принятого произведения через журнал, включая возможность его публикации на Интернет-страницах журнала, CD или иным образом.

Авторское вознаграждение (гонорар) выплачивается в течение одного месяца после первой публикации в размере, определяемом внутренним справочником тарифов.

По истечении одного года с момента первой публикации автор имеет право опубликовать свое произведение в другом месте без предварительного письменного согласия издателя.

© Радио®, 1924—2003. Воспроизведение материалов журнала "Радио" и их коммерческое использование в любом виде, полностью или частично, допускается только с письменного разрешения редакции.

Отпечатано в ИД «Медиа-Пресса», 125993, ГСП-3, Москва, А-40,

ул. «Правды», 24. Зак. 4046.



Компьютерная сеть редакции журнала «Радио» находится под защитой антивирусной программы Dr.WEB И. Данилова. Техническая поддержка ООО «СалД» (Санкт-Петербургская антивирусная лаборатория И. Данилова) <http://www.drweb.ru> тел.: (812) 294-6408



**КОМПАНИЯ МТУ-ИНФОРМ**

**Полный комплекс услуг связи**

- цифровая телефонная связь -
- аренда цифровых каналов -
- услуги сети передачи данных -
- подключение к сети Интернет -
- услуги Интеллектуальной платформы -

119121, Москва, Смоленская-Сенная пл., 27-29, стр.2

тел.(095) 258 78 78, факс(095) 258-78-70

<http://www.mtu.ru>, e-mail: [office@mtu.ru](mailto:office@mtu.ru)

## АНКЕТА-2002

### Ответы на вопросы. Часть 2.

#### Как стать автором журнала?

Журнал "Радио" открыт для всех. Мы с удовольствием печатаем на его страницах статьи и заметки, присланные со всех концов нашей все еще огромной страны, из стран ближнего и дальнего зарубежья. Если у вас есть оригинальные разработки, представляющие интерес для читателей "Радио", присылайте их описания нам и, вполне вероятно, вы станете нашим автором.

#### Какие требования предъявляются к авторским материалам?

Главное требование, предъявляемое к авторским материалам, — их оригинальность: конструкция должна быть разработана и описана автором статьи. Текст и иллюстрации должны быть разборчивы, а условные графические обозначения элементов и их размеры соответствовать стандартным. Можно пользоваться обозначениями из "Радио" № 10—12 за 1997 г. или из файла <http://www.radio.ru/author/scheme.zip>. Если устройство собрано на печатной плате, пришлите ее чертеж и расположение элементов. Статья должна быть подписана автором или авторами, если их несколько. На отдельном листе четко напишите свою фамилию, полностью имя и отчество, год рождения, полный домашний адрес с почтовым индексом, а также номера служебного и домашнего телефонов. В одном из ближайших номеров мы планируем дать более полную информацию по оформлению авторских материалов.

#### Можно ли прислать статью в электронном виде?

Желающие могут прислать подготовленные материалы в электронном виде — по электронной почте или на любом стандартном носителе. Текст может быть в одном из стандартных форматов: RTF, MS Word (кодировка страница 1251) либо "текст DOS" (кодировка страница 866). Иллюстрации (рисунки, таблицы и пр.) должны быть в отдельных файлах, а не в тексте. Графические материалы следует выполнять с учетом требований по разрешению: в масштабе 1:1 разрешение должно быть 300 dpi (300 точек на дюйм). Имеет значение и формат — желательны форматы TIFF, BMP, PCX. Громоздкие файлы можно упаковать архиваторами ZIP или WinRAR. Не стоит стремиться применять самые последние версии программ или диковинные шрифты — может случиться, что в нашем распоряжении их не окажется. Пересылка по электронной почте налагает дополнительные требования. Во-первых, во избежание потерь информации при многочисленных перекодировках, отправляйте материалы только в виде присоединенного файла (attachment). Некоторые почтовые серверы ограничивают максимальный размер присоединенного файла, в случае превышения его вам придется послать не одно, а несколько писем, к каждому из которых будет присоединен свой файл. Не забудьте указать, как их объединить. Во-вторых, пересылайте материалы в архивированном виде. Сопроводительный текст тоже лучше прислать как присоединенный файл — не будет проблем с расшифровкой. Не забывайте указывать обратный адрес, как обычный, так и электронный.

#### Какой путь проходит авторский материал при подготовке публикации?

Поступившие в редакцию авторские материалы регистрируются, каждому из них присваивается индивидуальный номер. Затем в дело вступают редакторы. Наши редакторы — высококвалифицированные спе-



циалисты, шестеро из них — кандидаты наук. Редакторы готовят статьи к печати, ведут переписку с авторами, вносят необходимые уточнения и исправления. При необходимости статьи рецензируются. Подготовленная статья посылается на согласование автору и после этого передается в секретариат, где и происходит формирование редакционного портфеля. Секретариат готовит планы очередных номеров журнала, которые рассматриваются на ежемесячных заседаниях редколлегии, состоящей из представителей науки, промышленности, ведомств и радиолюбителей. По принятому плану готовится рабочий макет номера, выполняется его электронная верстка и затем оригинал-макет сдается в печать. Как видите, процедура довольно сложная, занимающая немало времени. Если учесть, что редакционный портфель содержит немало статей, становится понятным, почему путь от письма до страниц журнала занимает иногда несколько месяцев. Чем актуальнее статья, чем лучше она подготовлена автором, тем быстрее появится в журнале. Но, может, стоит иногда и подождать чуть подольше и увидеть статью именно в "Радио", а не в каком-нибудь "карликовом" СМИ? Ведь тираж нашего журнала по официальной информации ОАО "Роспечать" превышает половину от суммарного тиража всех журналов раздела "Информатика, кибернетика, радиоэлектроника" в России!

#### Бывают ли в публикациях "Радио" ошибки?

От ошибок и опечаток никто не застрахован, встречаются они и в "Радио", но мы делаем все возможное, чтобы свести их число к минимуму,

а в случае обнаружения немедленно информируем об этом читателей.

#### Положен ли авторам статей гонорар?

Авторы опубликованных статей получают авторское вознаграждение (гонорар), размер которого определяется в соответствии с внутренними нормативными документами и сейчас составляет в среднем 1000 рублей за журнальную страницу. Из начисленной суммы удерживаются налоги в соответствии с законодательством России и, при необходимости, расходы по пересылке.

#### Публикуете ли вы статьи, уже вышедшие в других журналах?

Как правило, нет. Последнее время мы иногда сталкиваемся со случаями, когда авторы статей по тем или иным причинам отправляют их одновременно в несколько изданий. Разумеется, это личное дело каждого автора. Однако и редакция в подобных ситуациях не является сторонним наблюдателем, и решение о публикации и размере выплачиваемого авторского гонорара принимается с учетом актуальности и новизны материалов. Во избежание возможных недоразумений, в тех случаях, когда автор предлагает статью к публикации не только в наш журнал, мы просим сообщить об этом в письме. В отдельных случаях, когда статья представляет интерес для наших читателей, мы, учитывая разницу в тираже, идем на публикацию в "Радио" статьи, уже увидевшей свет. Но и в этом случае материал должен быть прислан нам самим автором, а статья проходит полный цикл подготовки, принятый у нас. Правовые основы, в соответствии с которыми мы работаем с авторским активом, в сжатом виде изложены на с. 4 каждого номера журнала.

#### Электронная версия журнала.

Многие читатели интересуются, где и как можно приобрести CD-версию журнала "Радио". Вынуждены дать отрицательный ответ. Мы не выпускаем журнал на CD. То, что можно встретить в продаже, — низкокачественные пиратские подделки. Проблема заключается в сбыте. До тех пор, пока не будет найден надежный эффективный механизм сбыта, выпускать CD с материалами журнала "Радио" экономически нецелесообразно. По этой же причине не пополняется и архив журнала на сайте. Но, если поступят серьезные предложения по организации сбыта дисков, мы готовы вернуться к этому вопросу.

В заключение еще раз благодарим всех читателей, приславших анкеты и письма с замечаниями и предложениями. Надеемся, что и впредь будем получать от вас информацию, помогающую нам лучше формировать редакционный портфель, правильно выбирать направления развития журнала, уточнять тематику. Ведь "Радио" — наш общий журнал. Случается иногда и так, что читательское письмо остается без ответа. Не ищите в этом какой-то умысел, объяснение было дано еще в самом первом номере журнала в 1924 г.:

**Пишите, не смущаясь тем, что не всегда получите скорый и непосредственный ответ. Так или иначе, на ваши письма будут отвечено в журнале. Ваши письма дадут возможность взять журналу курс на те вопросы, которые наиболее интересуют наших любителей.**

*Редакция.*

## УВАЖАЕМЫЕ ЧИТАТЕЛИ!

Оформить подписку на журнал "Радио", начиная с любого месяца, вы можете в местном почтовом отделении, а недостающие номера — купить или заказать по почте в редакции. Сейчас в наличии имеются следующие журналы (контактный телефон (095) 207-77-28).

#### "Радио"

Год выпуска	Номер журнала	Стоимость одного номера в редакции	Стоимость одного номера с пересылкой	
			по России	по СНГ
1994	3—7	1 руб. (комплект)	26,10 (комплект)	112 (комплект)
1995	7	4 руб.	11,65	24,60
2000	7—11	18 руб.	26,45	58,20
2001	3—6	22 руб.	30,45	62,25
2002	2—12	24 руб.	32,45	64,25
2003	с 1	27 руб.	35,50	68

С 1999 года "КВ-журнал" не выпускаем. Вся тематика перешла в журнал "Радио".

Деньги за интересующие Вас журналы нужно отправить почтовым переводом на расчетный счет (получатель —

Автономная некоммерческая организация «Редакция журнала «Радио», р/с 40703810538090108833 в Сбербанке России г. Москвы. Мецанское ОСБ № 7811, к/с 30101810400000000225, БИК: 044525225. ИНН: 7708187140, ОКОНХ: 87100, ОКПО: 58048307).

На обратной стороне почтового бланка напишите, за какие журналы Вы переводите деньги и укажите свой адрес. После того, как деньги поступят на расчетный счет, мы отправим Вам журналы.

Наложенным платежом редакция журналы не высылает!

Адрес редакции: 107045, Москва, Селиверстов пер., 10 (метро станция Сухарева).

Часы работы: с 10-00 до 17-00, без перерыва на обед.

Телефон: 207-77-28.

Эти слова актуальны и сегодня.

Поздравляем наших читателей с наступившим Новым годом, желаем здоровья, счастья, удачи и, конечно, успехов в творчестве.

До встречи на страницах журнала "Радио"!

*Редакция*





## Экскурсия в музей Никола Теслы

Окончание. Начало см.  
на второй странице обложки.

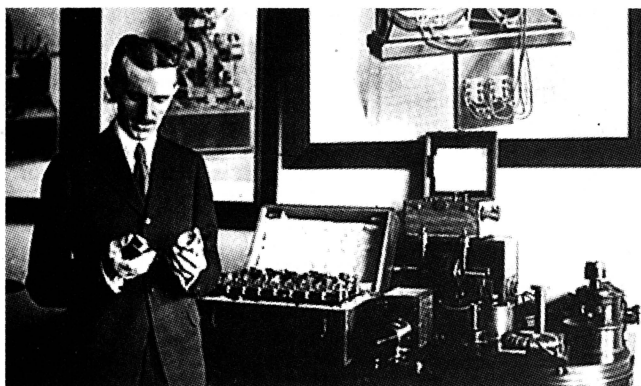
В 1884 году Тесла эмигрировал в Америку. После недолгой работы в компании Эдисона и ссоры с самим великим изобретателем Тесла организовал собственное дело, выступил с докладом о промышленном применении переменного тока в AIEE (16 мая 1888 г.), принесшим ему мировую славу, получил финансовую помощь и поддержку Д. Вестингауза.

В период 1887—1890 гг. Тесла получил патенты на многофазный переменный ток, индукционный генератор, трансформатор, синхронный и асинхронный электродвигатели. В экспозиции представлены: двухфазные двигатели переменного тока и установка с катающимся шариком, придуманная Теслой для демонстрации вращающегося магнитного поля, выставлена и модель гидроэнергетической системы, включающей ГЭС на Ниагарском водопаде, высоковольтную линию электропередач в г. Буффало и распределительную подстанцию, построенную компанией Тесла-Вестингауз в 1889 году и ставшей прообразом современных энергетических систем. Теперь каждая опора высоковольтной ЛЭП — памятник Тесле.

### Трансформатор Теслы и системы беспроводной передачи

Magnifying transformer, как называл его Тесла, содержит вертикальную воздушную катушку с большим числом витков, нагруженную емкостью в виде сферы, диска или тора. Первичная обмотка из нескольких витков расположена снаружи. При экспериментах в сгоревшей затем лаборатории и в местечке Колорадо Спрингс трансформатор Теслы выдавал десятки мегавольт высокочастотного напряжения, создавая разряды-молнии длиной до 15 м.

Секрет в том, что первичная обмотка с конденсатором и разрядником (см. рисунок) и вторичная с ее распределенной или сосредоточенной на верхнем конце емкостью настроены в резонанс на одну и ту же частоту. При разряде конденсатора на первичную обмотку возникала серия затухающих колебаний высокой частоты, возбуждающая вто-



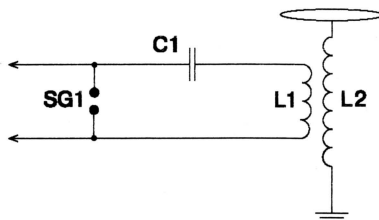
Никола Тесла в своей лаборатории.

ричный контур, в котором амплитуда колебаний была во много раз больше. С равным успехом Тесла экспериментировал и с незатухающими колебаниями, в этом случае в первичную обмотку поступал переменный ток от специально сконструированного электромашинного генератора с 380-ю полюсами, способного работать на частотах 10...20 кГц.

В 1893 году в г. Сент-Луис Тесла продемонстрировал передачу электромагнитных волн с помощью своего трансформатора. Приемником служила аналогичная катушка (настроенная в резонанс) с ярко вспыхивающей при наличии сигнала газоразрядной трубкой Крукса. Патент Теслы предусматривал четыре (!) резонансных колебательных контура, настроенных на одну и ту же частоту: два — на передающей и два — на приемной стороне.

### Системы телепередачи и телеуправления

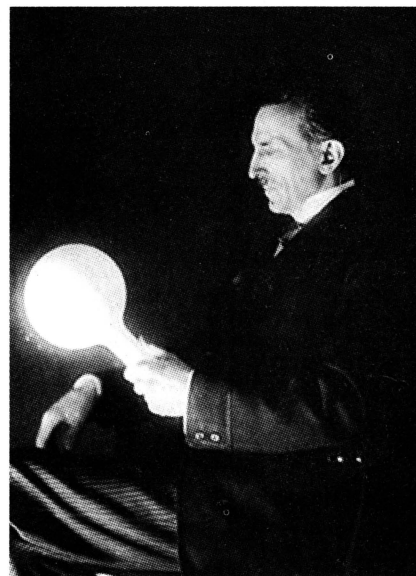
Следующая задача была еще грандиознее: Тесла задумал передавать энергию без проводов. На деньги "стального короля" и миллиардера Дж. П. Моргана было начато строительство Центра Всемирной Связи на о. Лонг Айленд, в 60 милях от Нью Йорка. Строительство другой такой же башни намечалось около Парижа. К тому времени Теслой уже была построена модель радиоуправляемого судна, изобретены электролюминесцентные светильники и зажжена гирлянда ламп



накаливанию на расстоянии в несколько миль от установки в Колорадо-Спрингс. Но строительство Центра не было завершено из-за отказа в финансировании — в 1902 г. Маркони доказал возможность трансатлантической связи, используя гораздо более дешевые установки. Тесла изыскивает всевозможные способы поддержки проекта, добывает деньги, патентует ряд изобретений, в частности безопасную турбину, пишет статьи

в массовых изданиях. Все попытки спасти проект оказались тщетными. К 1911 г. он объявлен банкротом.

Тесла пережил сильный душевный кризис, уединился от мира в своих исследованиях и лишь изредка выступал



Н. Тесла держит в руке ярко горящую лампу, демонстрируя возможность беспроводной передачи энергии высокочастотным полем.

с научно-популярными статьями. В этот период жизни он постепенно из миллионера превратился в бедняка, но трудности, как он говорил, только способствовали работе. От Нобелевской премии, на которую совместно с Т. А. Эдисоном Никола Тесла был выдвинут как изобретатель, он отказался.

Тем не менее его вклад в мировую науку был верно оценен — именем Теслы названа единица магнитной индукции.

Изучение и осмысление научного и практического наследия Теслы продолжается до сих пор и неизменно поражает масштабами научного предвидения, силой мысли и многогранностью его гения. Великий гуманист, Тесла работал ради блага и счастья всего человечества. Он сказал: "Пусть будущее рассудит и оценит каждого по его трудам и достижениям. Настоящее принадлежит им, будущее, ради которого я и работаю, принадлежит мне".

Январь • 2003 год

Для участия в лотерее надо  
собрать любые пять из  
шести купонов полугодия.

Фамилия И. О. \_\_\_\_\_

Город \_\_\_\_\_



# БВГ: ХАРАКТЕРИСТИКИ, ОСОБЕННОСТИ ЭКСПЛУАТАЦИИ И РЕМОНТА

Ю. ПЕТРОПАВЛОВСКИЙ, г. Таганрог

**БВГ (блок видеоголовок или блок вращающихся головок) можно считать главным узлом любого видеомagnetofона и видеокамеры. Автор публикуемой статьи рассказывает о его конструкции, классифицирует возможные варианты исполнения, описывает процесс разборки/сборки. Все это, мы надеемся, поможет ремонтникам с большим знанием дела подходить к ремонту такой аппаратуры.**

Попытки записи телевизионного сигнала на магнитную ленту предпринимались еще в сороковые годы прошлого столетия. Для этих целей сначала хотели применить обычные магнитофоны со стационарными магнитными головками, но с увеличенной скоростью протяжки и большей шириной магнитной ленты. Многие попытки были успешными, однако возможности аппаратов с продольным способом записи совершенно исключали их широкое использование из-за малого времени записи. Например, в 1953 г. фирма RCA (США) продемонстрировала установку со скоростью движения ленты 9 м/с. Длительность записи на рулоне диаметром 43 см и шириной ленты 12,7 мм была равна всего около четырех минут.

Все последующие успехи в записи телевизионных и других широкополосных сигналов связаны с применением вращающихся с большой скоростью магнитных головок. Впервые такой способ был реализован в 1956 г. в видеомagnetofоне фирмы AMPEX (США) с поперечно-строчным способом записи. Скорость протяжки ленты в нем была уменьшена до 39,7 см/с [1].

Не намного отстали и отечественные разработки. В 1959 г. в Ленинграде был показан первый видеомagnetofон, разработанный на заводе «Ленкинап». Нужно отметить, что в то время аппаратура видеозаписи в США была отнесена к стратегическим товарам и не могла быть продана в страны СЭВ, поэтому первый наш видеомagnetofон был сделан полностью на отечественных элементах и на основе своих разработок.

Дальнейшие достижения в видеозаписи обязаны использованию наклонно-строчного способа записи видеосигналов на ленту, движущуюся с относительно небольшой скоростью. Вначале он был применен в катушечных, а затем и в кассетных аппаратах. Несмотря на многочисленные варианты исполнения, главным узлом («сердцем») любого видеомagnetofона был и остается блок вращающихся головок (БВГ). Его используют для записи не только телевизионных, но и звуковых сигналов, а также различной информации в аналоговой и цифровой форме.

В начале 70-х годов для профессиональной записи звука был применен метод импульсно-кодовой модуляции (ИКМ). Практически он был опробован в системе, состоящей из кассетного видеомagnetofона формата U-MATIC

и преобразователя PCM-1630 фирмы SONY. Никакой доработки серийного видеомagnetofона при этом не потребовалось, поскольку двухканальные звуковые стереосигналы преобразовывались приставкой PCM-1630 в сигналы ИКМ, а затем в псевдотелевизионный сигнал. С появлением бытовых кассетных видеомagnetofонов такой способ записи звука нашел применение и для бытовых целей. Приставки ИКМ были широко распространены на внутреннем рынке Японии в начале 80-х годов. Запись звука этим способом используется и в настоящее время в аппаратуре формата HI-8 (в основном в видеокамерах).

Вращающиеся головки для записи только звуковых сигналов применены и в цифровых магнитофонах формата R-DAT (DIGITAL AUDIO TAPE), продажа которых началась в 1987 г. Формат изначально рассматривался как бытовой, однако широкого распространения такие магнитофоны в быту не получили из-за высокой цены. Тем не менее и в настоящее время магнитофоны R-DAT продолжают выпускать многие фирмы. Рассчитаны они сейчас в основном на применение в профессиональных целях и на любителей высококачественного звуковоспроизведения (фирмы FOSTEX, HNB, SONY, TASCAM и др.).

Естественно, БВГ применены и в бытовых кассетных видеомagnetofонах, и в видеомagnetofонных секциях camcorderов (видеокамер) форматов VHS, VHS-C, VIDEO-8, S-VHS, S-VHS-C, MINI-DV. Следует отметить, что сигналограммы форматов VHS, VHS-C, S-VHS и S-VHS-C одинаковы, т. е. «компактные» варианты не представляют собой в полном смысле отдельные форматы. Однако БВГ в аппаратуре VHS-C/S-VHS-C кардинально отличаются от своих полноразмерных прототипов, поэтому здесь их будем рассматривать как различные форматы.

БВГ служит «сердцем» видеомagnetofонов постольку, поскольку от их характеристик напрямую зависит качество записываемых и воспроизводимых видео-, а часто и звуковых сигналов. Отказы неполадки различных узлов и деталей БВГ — явление нередкое. Поэтому детальное представление особенностей их конструкции и функционирования обязательно для эффективного проведения ремонта и регулировки бытовых видеомagnetofонов и видеокамер.

Конструктивные особенности, геометрические размеры и характеристики БВГ в первую очередь определяются форматом записи. Если считать от времени появления первых видеомagnetofонов и по наши дни, то можно назвать множество самых различных форматов магнитной записи вращающимися головками. Некоторые из них получили чрезвычайно широкое распространение, другие, наоборот, остались только на бумаге. Одно из определений понятия таково: формат записи — это упорядоченное расположение на поверхности ленты строчек и дорожек, намагниченных под действием разнообразных сигналов, обеспечивающее выполнение принципа взаимозаменяемости и однозначно указывающее на способ осуществления записи и воспроизведения информации [2]. Наиболее значимые форматы обычно зарегистрированы в МЭК — международной электротехнической комиссии (IEC).

В 90-е годы появились цифровые форматы. Борьбу за их широкое внедрение ведут известнейшие фирмы SONY (DIGITAL BETACAM, BETACAM-SX, DVCAM), MATSUSHITA (PANASONIC-D3, D5, DV, DVCPRO), JVC (DIGITAL-S). Это речь идет о профессиональных форматах. Что касается бытовых, то здесь ситуация определилась, и большинство фирм-производителей выпускают аппаратуру формата MINI-DV (преимущественно видеокамеры).

К сожалению, у нас бытовые цифровые видеокамеры, и тем более видеомagnetofоны, не получили пока заметного распространения из-за высокой цены (1000 долл. и более). Кроме того, для полноценного использования их возможностей нужен хороший компьютер с платой захвата. Какеты MINI-DV втрое дороже кассет HI-8, что, естественно, еще более затрудняет распространение такой аппаратуры. Учитывая это, рассмотрим только БВГ, применяемые в широком распространенной бытовой видеоаппаратуре форматов VHS/VHS-C/S-VHS/S-VHS-C, VIDEO-8, HI-8.

Выполнение требований, задаваемых форматом, может быть достигнуто различными способами, поэтому конструкции БВГ отличаются большим разнообразием. Поскольку при проведении ремонта, в частности при замене видеоголовок, требуется четкое представление о конструкции конкретного БВГ, порядке его разборки/сборки и особенностях технического обслуживания, целесообразно провести классификацию конструктивных исполнений различных изготовителей.

Независимо от фирмы, БВГ содержат следующие узлы: верхний цилиндр (ВЦ), на котором установлены магнитные головки; вращающийся трансформатор (ВТ); нижний цилиндр (НЦ), наклонно размещенный на станине ЛПМ; бесконтактный двигатель постоянного тока (БДПТ) электропривода БВГ. В некоторых моделях видеомagnetofонов фирмы TOSHIBA в БВГ входит и предварительный усилитель с питающим его электрогенератором (TOSHIBA — V856G и др.). Фирма JVC включила



в БВГ ряда видеомагнитофонов узлы, обеспечивающие требуемый его наклон относительно шасси при различных скоростях протяжки ленты для получения беспомехового просмотра (JVC — HR-DD949EE и др.).

Несмотря на то что одним из форматных условий считается диаметр БВГ (для VHS — публикация 774 МЭК в 1983 г.), получить сигнаграмму, соответствующую тому или иному формату, можно при различных его диаметрах. В частности, в аппаратуре VHS используют БВГ диаметром 62 (основная часть аппаратуры) и 41,33 мм (в полноразмерных видеокамерах). Малогабаритные БВГ широко применяются и в большинстве моделей видеокамер VHS-C/S-VHS-C. ЛПМ таких видеокамер не может быть использован для работы с обычными кассетами VHS. В то же время, применяя специальный адаптер, компакт-кассету можно установить в любом видеомагнитофоне VHS. Следовательно, совместимость форматов неполная. Еще и поэтому часто формат VHS-C относят к самостоятельному.

В большинстве восьмимиллиметровой аппаратуры используют БВГ диаметром 40 мм. В видеокамерах применяют также и БВГ диаметром 26,7 мм (SONY — CCD-TR505E и др.). От диаметра БВГ зависит угол его обхвата лентой: в VHS/S-VHS — 180°, VHS-C — 270°, VIDEO-8/Hi-8 — 220° (при диаметре 26,7 мм — почти 360°).

Из всего многообразия конструкций БВГ можно выделить (по мнению автора) семь условных вариантов (типов) с отличающимися техническими решениями, шесть из которых охарактеризованы в таблице. К седьмому типу отнесены специальные конструкции БВГ с вращающимися предусилителями, с так называемыми подвижными видеоголовками, переменным углом наклона и т. п.

Тип БВГ	Особенности конструкции					
	Расположение двигателя		Вид электропривода		Вид ВТ	
	Нижнее	Верхнее	Внешний	Совмещенный	Плоский	Коаксиальный
1	+	—	+	—	+	—
2	+	—	+	—	—	+
3	+	—	—	+	—	+
4	+	—	—	+	+	—
5	—	+	—	+	+	—
6	—	+	+	—	+	—

На рис. 1 показаны БВГ первых трех типов, из которых тип 1 используют в формате VIDEO-8 при диаметре БВГ 40 мм, а тип 2 и 3 — в форматах VHS/S-VHS при диаметре БВГ 41,33 и 62 мм соответственно. На рис. 2 представлены НЦ этих типов БВГ снизу, из которых тип 1 применен в видеокамерах SAMSUNG — VP-U12/U15 и др., тип 2 — в видеокамерах PANASONIC — NV-V9000/MS4/AG455/AG-DP200, а тип 3 — в видеомагнитофонах PANASONIC — NV-

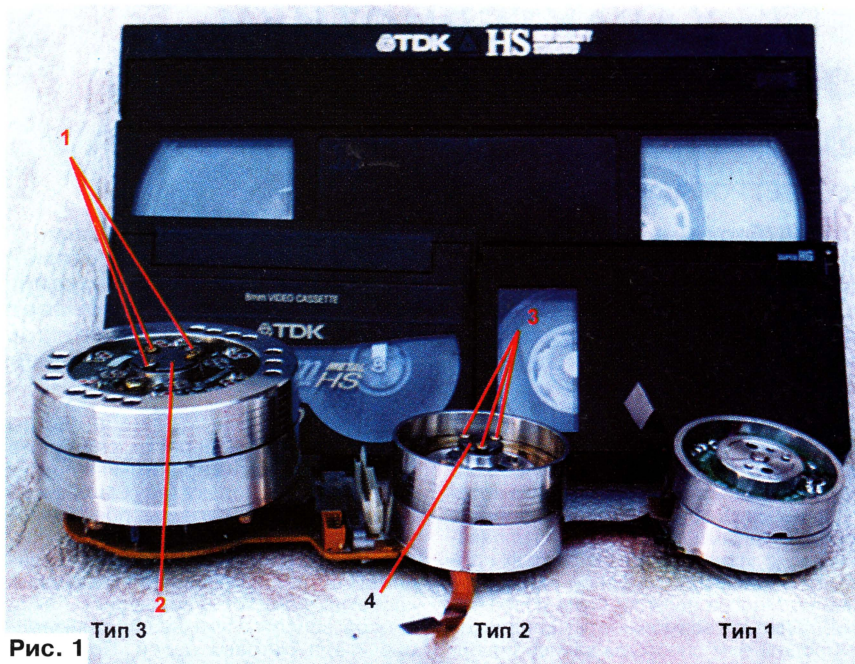


Рис. 1

ND70/90/95/100/F55/65/FS88/200/AG5260/5700 и др. фирмы MATSUSHITA.

Конкретные наименования БВГ каждая фирма классифицирует по своему. Маркировку на них обычно не наносят, поскольку это — сборный узел. Даже маркировка ВЦ имеется далеко не всегда, а тем более — НЦ и ВТ. Однако, располагая информацией о применении узлов БВГ, во многих случаях можно подобрать аналоги для трудно поддающихся ремонту аппаратов (так называемых отказных). Искать такие сведения в литературе практически не имеет смысла, так как фирмы-изготовители неохотно предоставляют подобную информацию для общего доступа. Поэтому весьма полезно ремонтникам и практикующим радиолюбителям записывать маркировки узлов ремонтируемой аппаратуры в собственный архив.

Для примера рассмотрим применение некоторых НЦ фирмы MATSUSHITA

(применяемость ВЦ требует отдельного рассмотрения). Маркировка НЦ обычно нанесена краской на его боковую поверхность. НЦ VEG1343A применен в линейке двухголовочных видеоплейеров и видеомагнитофонов PANASONIC 1997—1999 гг. выпуска: NV-SP10/SR30/50/55/60/PO5 и др. НЦ VEG0758 использован в трехголовочных видеомагнитофонах PANASONIC конца 80-х — начала 90-х годов выпуска: NV-L20/J30 и др. НЦ VEG1023 установлен в четырехголовочных видеомагнитофонах PANASONIC серии SUPER DRIVE: NV-SD20/25 и др. В стереофонических видеоплейерах PANASONIC — NV-SR70/80/90/HP10 с четырьмя головками применен НЦ VEG1220. В стереофонических видеомагнитофонах PANASONIC — NV-F55/F65 с шестью головками использован НЦ VEG0766. При выполнении некоторых условий он взаимозаменяем с НЦ VEG1221, установленным в моделях видеомагнито-

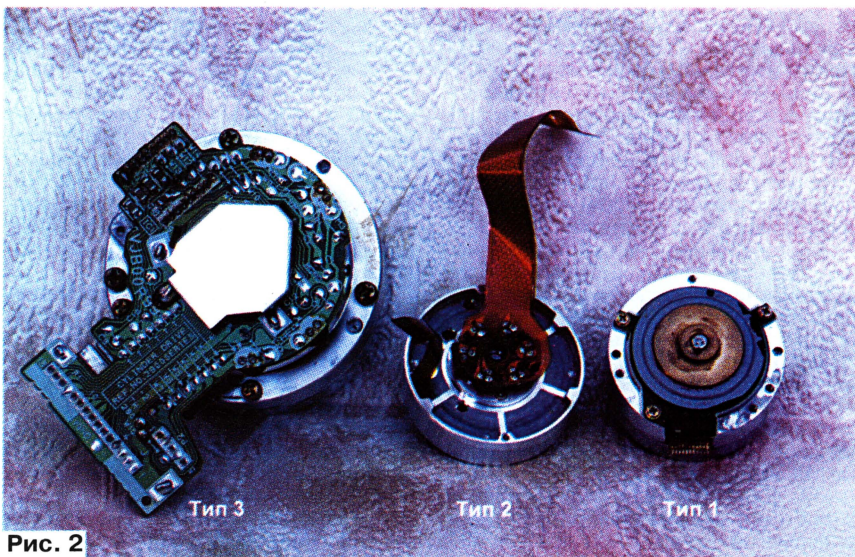


Рис. 2



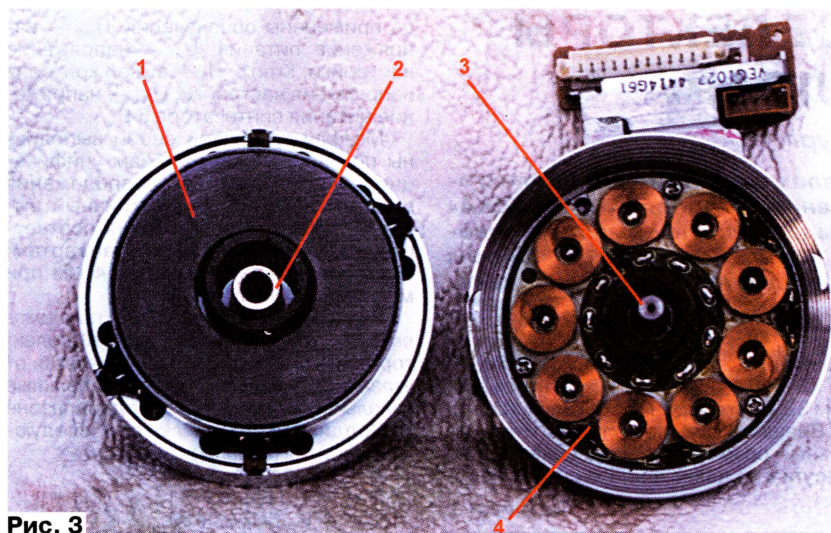


Рис. 3

фонов PANASONIC — SUPER DRIVE: NV-ND70/90/95/100/AG5260 и др.

ВЦ и тем более сами БВГ весьма дороги, а зачастую и дефицитны настолько, что в некоторых случаях при их поломке видеомагнитофоны, и особенно видеокамеры, становятся совершенно неремонтопригодными или стоимость ремонта нереальна для владельцев. Поэтому при проведении работ по разборке/сборке БВГ следует соблюдать особую осторожность.

вертка, однако можно использовать торцевой шестигранный ключ диаметром 1,6 или 1,5 мм. Наборы таких ключей бывают в продаже на радиорынках (например, набор VIDEO SERVICE TOOL VHS/BETA 8034-549-11 и т. п.).

Затем удаляют крышку 2, служащую одновременно верхним опорным подшипником скольжения. Следует иметь в виду, что магнит 1 ротора двигателя, показанного на рис. 3 в разъединенном состоянии, плотно притянут к статору 4,

но очень осторожно, не нарушая соосности, чтобы не повредить хрупкие ферритовые магнитопроводы ВТ и его обмотки. Затем очищают от грязи стальной несущий вал 3 (рис. 3) и внутреннюю поверхность втулки подшипников скольжения 2 спирто-бензиновой смесью (или спиртом, или бензином) и смазывают подшипники небольшим количеством масла для швейных машин (предпочтительно очищенных сортов или, так называемое, часовое).

После этого устанавливают ВЦ в исходное положение, не забыв вставить фиксирующую прокладку. Возвращать на место разрезную шайбу не обязательно, так как магнит ротора с вполне достаточной силой притягивается к основанию. И наконец, закрывают вал крышкой 2 (см. рис. 1), предварительно очистив и смазав ее внутреннюю поверхность специальной незагустевающей смазкой (морлином, очищенным вазелином и т. п., смазку для автомобилей использовать нельзя). Крепежные винты 1 заворачивают и затягивают постепенно и поочередно, чтобы не допустить перекоса крышки.

В большинстве случаев проделанных операций оказывается вполне достаточно для восстановления нормальной бесшумной работы БВГ. В редких случаях может потребоваться полировка внутренней поверхности подшипников 2 (рис. 3) жгутом из хлопчатобумажной ткани, натертой полировочной пастой.

Похожую конструкцию имеют и БВГ типа 2. В разобранном виде он показан на рис. 4. Разбирают его после вывинчивания винтов 3 и снятия крышки 4 (см. рис. 1). Отличия от БВГ типа 1 заключаются в отсутствии разрезной фиксирующей шайбы и в соединении выводов видеоголовок ВЦ 4 (рис. 4) с обмотками ротора ВТ 1 через пружинные позолоченные контакты (в БВГ типа 1 — паяные соединения). На рис. 4 видны также ротор двигателя 2, несущий вал 3 и втулка подшипника 5.

Особенности конструкции и способы разборки/сборки БВГ типа 5 рассмотрены в [3], а других типов — в альбомах «ЛПМ видеомагнитофонов и видеокамер, ремонт, регулировка», продающихся на радиорынках.

Наибольшее число отказов БВГ, в том числе из-за естественного износа, приходится на ВЦ. Их конструкций и типов насчитывается многие десятки. Информация по их применению и взаимозаменяемости представляет большой практический интерес как для ремонтников, так и для радиолюбителей. Об этом будет рассказано в других публикациях.

#### ЛИТЕРАТУРА

1. Седов С. А. Индивидуальные видеосредства. — Киев: Наукова Думка, 1990, с. 590, 591.
2. Шишигин И. В., Шульман М. Г., Колесниченко О. В., Золотарев С. А. Как выбрать видеокамеру. — Санкт-Петербург: Лань, Полигон, 1996, с. 109—157.
3. Петропавловский Ю. Видеотехника формата VHS. Технологические недостатки массовых видеомагнитофонов, их устранение. — Радио, 1998, № 7, с. 6—8.

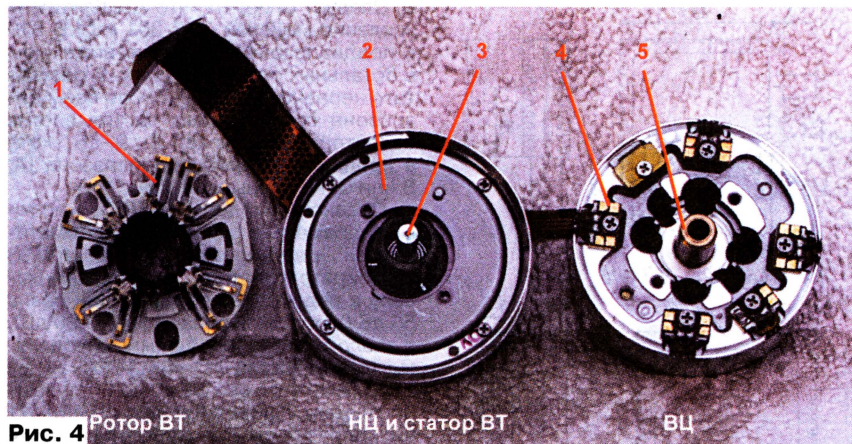


Рис. 4

Ротор ВТ

НЦ и статор ВТ

ВЦ

Во многих моделях видеомагнитофонов PANASONIC с БВГ типа 3 нередко возникают неполадки, связанные с высыханием смазки, загрязнением и износом подшипников скольжения. При этом появляется механический рокот, изображение как бы качается по горизонтали, выключаются каналы стереозвука и т. п. Как правило, такие дефекты можно устранить, для чего требуется разборка/сборка БВГ. Перед ее началом необходимо обязательно зафиксировать ВЦ прокладкой, вставив ее в зазор между ВЦ и НЦ. Для такой цели подойдет, например, лезвие безопасной бритвы в упаковке.

Начинают разборку с вывинчивания трех винтов крепления 1, показанных на рис. 1, причем токсоъемник общего провода должен быть предварительно снят. К шлицам этих винтов в общем случае необходима специальная от-

поэтому **вращать ВЦ ни в коем случае нельзя** (ранее вставленная прокладка предохраняет видеоголовки от порчи).

Следующая операция — снятие разрезной фиксирующей шайбы, находящейся под крышкой 2 (см. рис. 1). Для ее удаления в общем случае нужно специальное приспособление, но можно использовать и миниатюрные плоскогубцы или пинцет. Ширина их наконечников должна быть не более 1,6 мм. Часто практикуемое выковыривание шайб отвертками не рекомендуется, так как это обычно приводит к порче втулки ротора двигателя, сделанной из алюминиевого сплава, после чего нормальной работы аппаратов, особенно стереофонических и монтажных, удастся добиться очень редко из-за нарушения соосности ВЦ и НЦ и появления эксцентриситета.

Дальнейший этап — снятие ВЦ с роторами двигателя и ВТ. Делать это нуж-



# СОВРЕМЕННЫЕ СЕЛЕКТОРЫ ТВ КАНАЛОВ «БЕЛВАР»

А. БУРКОВСКИЙ, г. Санкт-Петербург

В опубликованных ранее материалах о современных селекторах каналов было рассказано в основном о моделях АО «SELTEKA» (г. Каунас, Литва), для сравнения была дана информация о некоторых селекторах АО «АВАНГАРД» (г. С.-Петербург) и фирмы NOKIA (Финляндия). В помещаемой здесь статье описаны модели, производимые в Белоруссии.

Модели селекторов телевизионных каналов, выпускаемые АО «Минский приборостроительный завод» с торговой маркой «БЕЛВАР», перечислены в табл. 1. В ней также указаны функциональные возможности селекторов, не-

полнения селекторов СКВ-301 и СКВ-310 с удлинненным антенным входом 32,2 мм дополняют буквой L (Long).

Внешний вид селекторов и их основные размеры эскизно показаны на рисунке, а назначение выводов пред-

Таблица 1

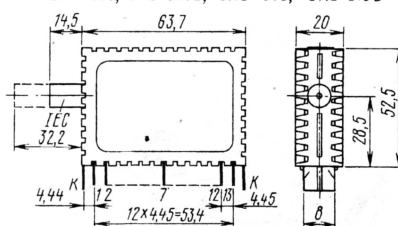
Селектор	Тип	Способ настройки	Выход ПЧ	Габариты, мм	Аналог фирмы	
					PHILIPS	АО «SELTEKA»
СКВ-301 СКВ-301L	Каб	VST	Симм	63,7×45×20	UV917	KS-K-91
СКВ-310 СКВ-310L	Всев	PLL	Симм	63,7×45×20	UV916	KS-H-92 (до 1998 г.)
СКВ-401	Каб	VST	Асимм	53×44×14,5	UV1317	—
СКВ-410	Всев	PLL	Симм	53×44×14,5	UV1316	KS-H-132 (не полностью)
СКВ-411	Всев	VST	Симм	53×44×14,5	UV1315	KS-H-131

которые схемно-конструктивные различия, аналоги. Следует добавить, что у всех селекторов отсутствует вывод для подачи напряжения АПЧГ и все модели оборудованы антенным гнездом типа IEC.

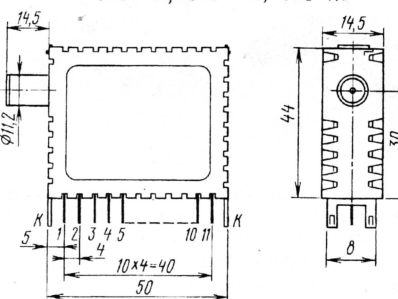
К началу 2000 г. многие некогда популярные модели селекторов завода (СКВ-101, СКВ-103, СКВ-151, СКВ-201, СКВ-210) были сняты с производства. Тем не менее производимые селекторы достаточно полно отражают основные направления их развития: кабельные (каб) или всеволновые (всев), с синтезом напряжения (VST) или с синтезом частот (PLL), с напряжением питания 12 В или низковольтные (5 В).

Обозначение селекторов сложилось исторически. Оно состоит из буквенного сокращения СКВ (селектор каналов всеволновой) и (через дефис) трех цифр. Первая из них изначально служила для отличия одной серии разработок от другой, например, СКВ-101, СКВ-201. Но в последнее время в связи с разработками низковольтных селекторов эту цифру стали использовать для указания напряжения питания: 3 — 12, 4 — 5 В. Следующая цифра теперь характеризует тип селектора: кабельным моделям присвоена цифра 0, а всеволновым — 1. Последняя цифра отражает способ настройки, примененный в селекторе: для PLL — 0, а VST — 1. Варианты ис-

СКВ-301, СКВ-301L, СКВ-310, СКВ-310L



СКВ-401, СКВ-410, СКВ-411



ставлено в табл. 2. Следует иметь в виду, что отсчет выводов во всех селекторах ведется со стороны антенного гнезда. Контакты К корпуса служат для соединения с общим проводом. В табли-

це применены обозначения:  $U_{пит}$  — напряжение питания;  $U_H$  — напряжение настройки; Контр.  $U_H$  — вывод контроля напряжения настройки;  $U_{PLL}$  — напряжение питания синтезатора 5 В.

Модели трехсотой серии выполнены по европейским нормам унификации конструкции: шаг расположения выводов 4,45 мм, симметричный выход ПЧ. Четырехсотая серия соответствует новым мировым стандартам: шаг расположения выводов 4 мм при максимальном их числе 11.

Разбивка на поддиапазоны принимаемых частот кабельных моделей селекторов (СКВ-301, СКВ-401) отличается от указанной в [1] так, что все кабельные каналы сосредоточены в поддиапазоне В. Поддиапазоны включают следующие частоты (каналы), в МГц:

- А — 48...111 (1-5);
- В — 111...300 (К1-К18, 6-12);
- С — 470...862 (21-69).

Поддиапазон С для всех моделей селекторов расширен по 69-й канал. Следовательно, в двух последних поддиапазонах В и С будет повышенная «острота» настройки. Поэтому более жесткие требования должны предъявляться к стабильности напряжения настройки и плавности его изменения, а также к системе АПЧГ.

Основные электрические параметры рассматриваемых селекторов сведены в табл. 3. В ней значения, указанные в скобках, относятся к поддиапазону В. Следует отметить, что коэффициент усиления моделей СКВ-301 и СКВ-310 в поддиапазоне В заметно ниже, чем в остальных поддиапазонах. В результате неравномерность АЧХ во всем диапазоне принимаемых частот в этих селекторах достигает 8...9 дБ, хотя в пределах каждого поддиапазона (А, В или С) не превышает 4 дБ.

Сравнение моделей «БЕЛВАР» по таким параметрам, как глубина автоматической регулировки усиления (APY) и избирательность по зеркальному каналу в поддиапазоне В, которая равна 50 дБ (в поддиапазонах А и С — 60 дБ), с аналогичными или близкими моделями производства АО «SELTEKA» [1, 2] показывает, что они несколько уступают последним. Однако селектор СКВ-411 выгодно отличается экономичностью: его ток потребления на 20...25 мА меньше, чем аналогичного селектора KS-H-131 (АО «SELTEKA»).

Нижний предел напряжения настройки селекторов VST выбран равным 0,5 В (против 0,7 В для аналогов), что необходимо учитывать при их установке в модернизируемые телевизоры. Особенно это касается аппаратов, в которых заменяют селектор СК-М-24, имеющий нижний предел напряжения настройки 1 В и более.

Таблица 2

Селектор	Назначение вывода												
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13
СКВ-301 СКВ-301L	APY	$U_{пит}$	MB1	MB2	—	ДМВ	$U_H$	—	—	—	—	Вых. ПЧ	Вых. ПЧ
СКВ-310 СКВ-310L	APY	$U_{пит}$	—	—	—	—	$U_H$	$U_{PLL}$	SCL	SDA	Адрес	Вых. ПЧ	Вых. ПЧ
СКВ-401	APY	$U_H$	ДМВ	MB2	MB1	$U_{пит}$	—	—	—	Общ.	Вых. ПЧ	Отс.	Отс.
СКВ-410	APY	Контр. $U_H$	Адрес	SCL	SDA	—	$U_{пит}$	—	$U_H$	Вых. ПЧ	Вых. ПЧ	Отс.	Отс.
СКВ-411	APY	$U_H$	ДМВ	MB2	MB1	$U_{пит}$	—	—	—	Вых. ПЧ	Вых. ПЧ	Отс.	Отс.



Селектор	Коэффициент усиления, дБ	Напряжение настройки (U <sub>н</sub> ), В		АРУ		Избирательность по ПЧ, дБ	Коэффициент шума, дБ	U <sub>пит</sub> , В	I <sub>потр</sub> , мА
		min	max	Глубина, дБ	Оптим. U <sub>АРУ</sub> , В				
СКВ-301 СКВ-301L	40(36)	0,5	28	40(30)	9,2	60	9... 11	12	80
СКВ-310 СКВ-310L	40(36)	1	33	40(30)	9,2	60(50)	9... 11	12	85
СКВ-401	40	0,5	28	45(40)	4	55	8... 10	5	80
СКВ-410	38	1	33	40(30)	4	60	9... 11	5	130
СКВ-411	38	0,5	28	40(30)	4	60	9... 11	5	60

Таблица 4

Байт в режиме ЗАПИСЬ	Значение или обозначение бита								Подтверждение приема
	8	7	6	5	4	3	2	1	
Управление1	1	P14	0	0	P11	P10	1	0	ACK
Управление2	Не исп.	Не исп.	Не исп.	Не исп.	P3	P2	P1	P0	ACK

Селекторы с синтезом частот(PLL) представлены двумя моделями, характерной особенностью которых можно назвать отсутствие режима ЧТЕНИЕ. Первая из них (СКВ-310) — наиболее отработанная модель. В ней обеспечена установка (программным способом) шага перестройки, равного 62,5 и 31,25 кГц. Скорость перестройки в селекторе замедляется при подходе к вещающему каналу для уменьшения остаточной расстройки. В селекторе применен синтезатор MC4418 фирмы MOTOROLA, что предполагает использование ее же процессора управления.

Указанный в табл. 1, как аналог этой модели, селектор KS-H-92 к началу 1999 г. был модернизирован, в результате чего его функциональные возможности и система управления изменились [2]. Поэтому при строгом подходе к взаимозаменяемости будет правильным считать аналогом тот вариант исполнения селектора, который выпускали до его модернизации.

В табл. 4 представлены два байта управления в режиме ЗАПИСЬ для селектора СКВ-310. Изменение скорости перестройки обеспечивает бит P14: его состояние 0 приводит к замедлению. Шаг перестройки устанавливают битами P11 и P10. Если они одинаковые (оба в 0 или в 1), шаг перестройки равен 62,5 кГц, если разные (сочетания 01 или 10) — 31,25 кГц. За переключение поддиапазонов отвечают биты P3—P0 в соответствии с табл. 5. Сведения о байтах адреса и программного делителя, а также о состояниях битов выбора адреса (MA1 и MA0) имеются в [2, табл. 5 и 6] и могут быть использованы для этого селектора.

Модель СКВ-410 — одна из последних разработок. В ней можно устанавливать три значения шага перестройки: 62,5; 50 и 31,25 кГц. Остальной набор функций такой же, как у предыдущей модели. Поскольку питающее напряжение селектора равно 5 В, отдельно подавать напряжение на синтезатор

Поддиапазон	Значение бита			
	P3(B3)	P2(B2)	P1(B1)	P0(B0)
A (MB1)	0	0	* 1	0
B (MB2)	0	1	0	0
C (DMB)	0	0	0	1

(U<sub>PLL</sub> = 5 В) не нужно, и вывод 2 селектора использован для контроля напряжения настройки. В селекторе применен синтезатор TSA5522M.

Следует иметь в виду, что в исходном материале [3] селектор UV1316, заявленный в качестве аналога, а также модель KS-H-132 имеют более широкие функциональные возможности. Замена их на селектор СКВ-410 возможна, но только с потерей режима ЧТЕНИЕ и отсутствием пятиуровневого АЦП (ADC).

Что касается управления селектором СКВ-410, то оно в режиме ЗАПИСЬ не имеет отличий от рассмотренных в [2] аналогов фирмы PHILIPS и АО «SELTEKA».

Схемы включения селекторов (в общем виде) представлены в [1]. Рекомендации по применению моделей с симметричным выходом ПЧ и их согласованию с блоками радиоканала СМРК-1-5 (СМРК-1-6, СМРК-2-1) даны в [4].

## ЛИТЕРАТУРА

1. Бурковский А. Современные селекторы телевизионных каналов. — Радио, 1999, № 6, с. 6, 7; № 7, с. 8, 9.
2. Бурковский А. Современные селекторы ТВ каналов с синтезом частоты. — Радио, 2000, № 5, с. 7—9.
3. Рекламно-информационные материалы «БЕЛВАР» за 1999 и 2000 гг.
4. Бурковский А. Селектор KS-H-930 в телевизорах 3—5-го поколений. — Радио, 2000, № 12, с. 11.

## Книги издательства «Техносфера» (095) 234-01-10

Серия «Мир электроники»

К. Фрике.

Вводный курс цифровой электроники

Объем 304 стр., формат 70×100/16, переплет 7БЦ, цена, включая стоимость почтовой доставки по России, 144 руб.

Книга, рассчитанная на массового читателя, дает научно обоснованное введение в цифровую технику, предоставляя в полной мере ее основы, вплоть до конструирования и программирования. Читатель получает знания, которые делают возможным понимание большинства цифровых технических схем.

Особенно детально рассматривается синтез логических схем. На примерах обсуждаются наиболее часто применяемые стандартные схемы: мультиплексоры и преобразователи кода. Поскольку логические схемы важны для понимания процессоров, более подробно анализируются основы арифметики с фиксированной запятой и аппаратная реализация арифметических блоков.

В отдельной главе дано сравнительное описание различных блоков ЗУ, соответствующих свойствам новых вычислительных систем. Представлены типовые временные диаграммы, поясняющие функции блоков ЗУ.

В качестве введения в проектирование структур компьютеров представлены драйверы с программным управлением, на основе которых рассмотрен принцип работы компьютера Неймана.

В последней главе описывается простой подход к микропроцессорной технике на примере микропроцессоров 8085 компании Intel. Описываются конструкция процессора, отдельные блоки интерфейсов и подключение ЗУ. Подробно рассматривается программирование с помощью языка Assembler.

Учебное пособие предназначено в первую очередь инженерам, активно осваивающим элементную базу цифровой техники, программирование микроконтроллеров и ПЛИС, а также студентам и преподавателям.

Серия «Мир программирования»

Дж. Макконелл

Анализ алгоритмов. Вводный курс.

Объем 304 стр., формат 70×100/16, переплет 7БЦ, цена, включая стоимость почтовой доставки по России, 184 руб.

Элементная база компьютеров, операционные системы, средства доступа и внешний вид программ кардинально меняются в течение десятилетия.

Однако лежащие в их основе структуры и алгоритмы остаются неизменными гораздо дольше — первые из них были разработаны тысячелетия назад. В книге обсуждаются алгоритмы решения наиболее широко распространенных классов задач, покрывающих практически всю область программирования: поиск и сортировка, численные алгоритмы и алгоритмы на графах. Особое внимание уделено алгоритмам параллельной обработки, обделенным вниманием русскоязычной литературы.

Издание носит учебный характер и полезно как вузовским преподавателям для организации семестрового курса, так и студентам для самостоятельного изучения. Материал изложен неформально, чрезвычайно подробно и снабжен многочисленными упражнениями для самопроверки. Книга интересна всем, кому приходится самостоятельно писать программы.

## Как заказать наши книги?

По почте: 125319 Москва, а/я 594.

По факсу: (095) 9563346.

E-mail: knigi@technosfera.ru.

Обязательно указывайте свой почтовый адрес!

Книги, заказанные напрямую в издательстве, обойдутся Вам на 60—70 % дешевле, чем в книжных магазинах.



# ОСОБЕННОСТИ КОНСТРУИРОВАНИЯ СОВРЕМЕННЫХ ЛАМПОВЫХ УЗЧ

Г. ГЕНДИН, г. Москва

**В последнее десятилетие наблюдается интерес к ламповым усилителям звуковых частот. Редакция журнала решила более подробно познакомить читателей с некоторыми особенностями конструирования современных ламповых усилителей для высококачественного звуковоспроизведения. Эту тему освещает автор ряда книг о высококачественных ламповых усилителях, один из разработчиков телерадиокомбайна "Темп-5" со стереофоническим звуковоспроизведением, получившего "Гран-при" на всемирной выставке в Брюсселе в 1957 г.**

Возобновлению интереса аудиофилов и радиолюбителей к ламповым усилителям способствовала принципиально новая концепция конструирования ламповых УЗЧ, существенно отличающаяся от принципов построения "старых" усилителей и в чем-то диаметрально противоположная "старым" представлениям. То, что прежде ставилось во главу угла при создании массовой бытовой звуковоспроизводящей аппаратуры, теперь вообще отмечается как третестепенное.

Среди требований, предъявлявшихся в свое время к низкочастотной части любых радиотехнических устройств, главнейшим была экономичность. От усилителя требовалось минимально возможное потребление от источника питания. В жертву этому приносилось многое: для оконечного каскада, например, режим класса А расценивался как неэкономичный, а классу АВ<sub>2</sub> отдавалось предпочтение перед классом АВ, всюду, где это позволял заданный уровень искажений.

На втором месте стояли требования к весу и габаритам основных узлов УЗЧ, в первую очередь — выходных и переходных трансформаторов. За ними стояли требования к максимальной технологичности производства, особенно намоточных узлов, и простоте монтажа. Число ламп и деталей в УЗЧ в идеале должно быть минимально, а о том, чтобы использовать детали с пятипроцентным допуском, не могло быть и речи.

В современной концепции высококачественного звуковоспроизведения качество современного лампового усилителя выделяется как основное его преимущество. Все остальное, без сожаления, приносится в угоду этому показателю. Такие понятия, как экономичность, вес, габариты, стоимость, сложность производства, признаются не только несущественными, но, вообще, и не заслуживающими внимания. Никакие технологические трудности не считаются препятствиями. Сам процесс конвейерной сборки ставится под сомнение, и повторяемость двух сошедших друг за другом с конвейера аппаратов признана необязательной. Об использовании деталей с параметрическим допуском в  $\pm 5\%$ , как и прежде, не может быть и речи, но уже по другой причине: большинство резисторов

должно иметь отклонение от номинала не более  $\pm 1\%$ .

В выходном трансформаторе точность намотки первичных обмоток ограничивается половиной или даже четвертью (!) витка, и разброс значений их индуктивности должен быть минимальным. Что касается размеров выходных трансформаторов, то приветствуется подход: "чем больше — тем лучше".



Из всех классов усиления по режиму ламп отдается предпочтение классу А, даже если речь идет об оконечных каскадах мощностью в 50 или 100 Вт. Использование в усилителях полупроводниковых приборов объявляется нежелательным, при этом даже в выпрямителях кенотронам отдается предпочтение перед кремниевыми диодами. Последние в виде исключения допускается использовать в выпрямителях цепей накала ламп.

Каждый изготовленный экземпляр усилителя подвергается индивидуальной регулировке и настройке наподобие концертного рояля, при этом индивидуальный отбор и подбор ламп считается само собой разумеющимся. В отношении выбора типов ламп для оконечных каскадов считается нормальным остановиться на таких "доисторических" триодах прямого накала, как 2А3, если их параметры удовлетворяют требованиям конструктора.

Даже из уже сказанного становится ясно, что говорить при этом о таких понятиях, как экономичность или себестоимость подобных УЗЧ просто не имеет смысла. Действительно, "средний" по параметрам УМЗЧ с выходной мощностью 20 Вт может потреблять от сети 120...150 Вт и стоить без акустической системы 1500...2000 долларов.

Для радиолюбителей, решивших попробовать себя в этой области конструирования, очень многое на первых порах будет казаться если не странным, то трудно объяснимым. В этой связи следует обратить внимание на специфические особенности конструирования современных ламповых УЗЧ. Эта статья посвящена вопросам выбора радиоламп для современных любительских ламповых усилителей с учетом возможностей отечественного рынка радиокомпонентов.

Разделим лампы на три группы: лампы для оконечных и драйверных (предоконечных) каскадов; лампы для каскадов предварительного усиления; лампы для выпрямителей.

В первой группе при работе в классе А используются только триоды с достаточно линейной одно-сеточной характеристикой, а также мощные лучевые тетроды или (реже) пентоды, обеспечивающие получение нелинейных искажений не более 0,5% в ультралинейной схеме включения (также в классе А).

Нет смысла перечислять все типы ламп, используемых в оконечных каскадах западными фирмами, поскольку возможность приобретения их отечественными радиолюбителями крайне маловероятна. Тем не менее, учитывая возросшие возможности международной торговли, укажем для отечественных ламп их американские и европейские аналоги.

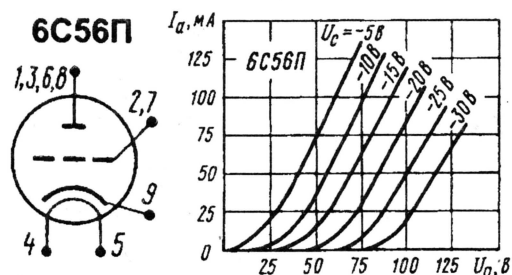
- 2С3 (американский аналог 2А3) — мощный триод двухвольтового прямого накала, обеспечивающий в двухтактном трансформаторном каскаде в классе А полезную мощность не менее 20 Вт.
- 6С4С — почти полный аналог лампы 2С3, но с шестивольтовым прямым накалом.

- 6С6С (американский аналог 6В4-Г [1]) — аналог лампы 2А3, но с косвенным шестивольтовым накалом.

Эти три типа триодов сегодня используются в оконечных каскадах почти всеми зарубежными фирмами, выпускающими ламповые УЗЧ. Учитывая возможные трудности в приобретении именно этих ламп, для радиолюбителей можно рекомендовать некоторые отечественные триоды — 6С19П [2] и 6С56П [3]. Эти лампы предназначены в основном для электронных стабилизаторов напряжения, но они вполне пригодны для оконечных каскадов УЗЧ. При этом у этой группы триодов есть немаловажное преимущество: они работают при более низком анодном напряжении. Вследствие этого в выпрямителе блока питания можно обойтись без дефицитных и крупногабаритных оксидных (электролитических) конденсаторов на рабочее напряжение 300—350 В. При необходимости большей выходной мощности УМЗЧ вполне допустимо в каждом плече двухтактного каскада (называемого также "пушпул" или РР в англоязычной аббревиатуре) использовать по две параллельно включенные лампы.

К этой же группе оконечных триодов можно отнести и отечественную лампу 6Н13С (полный аналог американской 6А57-ГТ), каждый из двух ее триодов допускает мощность рассеяния на аноде





до 13 Вт. Он работает при низком анодном напряжении (90 В). Если оба триода одного баллона соединить параллельно, то, используя в оконечном каскаде две такие лампы, можно получить полезную выходную мощность не менее 20 Вт.

Более скромным представляется выбор мощных лучевых тетродов и оконечных пентодов для выходного двухтактного каскада по ультралинейной схеме включения (в обычной схеме включения они вряд ли пригодны для современных УМЗЧ). Здесь самыми лучшими можно считать немецкие лампы EL-34 и EL-12 [1]. Полным отечественным аналогом первой из них (если не говорить о качестве) является лампа 6П27С, аналога второй нет среди отечественных и американских ламп.

Наконец, допустимо использовать специально предназначенную для схем кадровой развертки цветных телевизоров лампу 6П41С. Что же касается выходных ламп для строчной развертки телевизоров, они в силу своих специфических особенностей для оконечных каскадов УМЗЧ малоприменимы из-за крайне низкого КПД в классе А.

Если радиолюбитель устроит нескромная выходная мощность в 10 Вт (обычно достаточная для жилой квартиры), лучше всего применить самый распространенный в свое время в мировой и отечественной практике оконечный пентод типа EL-84, аналогом которого была отечественная лампа 6П14П (6П14П-В).

Значительно проще обстоит дело с группой ламп для фазоинверсных, предоконечных каскадов и каскадов предварительного усиления. Абсолютное большинство западных производителей современных ламповых УЗЧ ограничивают их номенклатуру четырьмя типами. Два из них являются представителями более «древних» серий. Это американские восьмистырьковые («окальные») двойные триоды типов 6SN7-GT и 6SL7-GT, аналогами которых были очень широко распространенные в свое время отечественные лампы 6Н8С и 6Н9С. Два других представляют западноевропейские двойные триоды пальчиковой серии ECC-87 и ECC-83, к которым весьма близки отечественные лампы 6Н1П и 6Н2П.

Кроме того, специально для входных (первых) каскадов предварительного усиления можно рекомендовать не применявшиеся прежде для этой цели высокочастотные одиночные триоды типов 6С3П и 6С4П, предназначенные для усиления и генерирования

сигналов СВЧ. Такие триоды характеризуются весьма низким уровнем собственных шумов (эквивалентное сопротивление внутренних шумов — не более 170 Ом) и ничтожными токами утечки в цепи накал-катод.

Это обстоятельство чрезвычайно важно для достижения общего уровня собственного фона и шумов УЗЧ примерно до -70...-80 дБ. Более подробно о причине возникновения фона в первом каскаде усилителя будет рассказано в части, посвященной конструированию конкретных УЗЧ.

И, наконец, третья группа — лампы для выпрямителей. На первый взгляд может показаться абсурдным применение кенотронов в наши дни, когда имеется большая номенклатура полупроводниковых диодов и диодных сборок, не только полностью заменяющих кенотроны, но и обладающих несравненно лучшими показателями по экономичности.

Тем не менее ни одна западная фирма не использует в источниках питания полупроводниковые приборы, отдавая предпочтение лампам. Плавное нарастание тока кенотрона после включения позволяет простым способом предотвратить появление высокого напряжения на анодах ламп (в первую очередь, мощных) до тех пор, пока их катоды не прогреются до температуры, обеспечивающей возникновение довольно плотного «электронного облака». Пренебрежение этим условием очень скоро приводит к так называемому «отравлению» катодов мощных ламп, их преждевременному старению и выходу из строя.

Ассортимент используемых кенотронов сравнительно невелик и включает в себя следующие типы: 5Ц3С, 5Ц8С, 5Ц9С. Из американских ламп более употребляемы 5U4G, 5Y3G, 5V4G, а из западноевропейских — EZ-12 [3].

Чтобы закончить лишь слегка затронутую тему о лампах, добавим, что для ламп всех каскадов (а особенно оконечных) нужно применять только керамические, а не пластмассовые панельки. Что же касается ламп предварительных каскадов усиления, то их панельки должны иметь выступающий фланец, на который снаружи надевают металлический цилиндрический экран, защищающий лампу от внешних наводок. Для лампы входного каскада желательно использовать экран, защищающий и от магнитных наводок (его можно сделать самостоятельно из листовой оцинкованной стали).

#### ЛИТЕРАТУРА

1. Зельдин Е. А. Зарубежные приемно-усилительные лампы. МРБ. — М.-Л.: Энергия, 1966, 96 с.
2. Кацнельсон Б. В., Ларионов А. С. Отечественные приемно-усилительные лампы и их зарубежные аналоги. Справочник. — М.: Энергия, 1968, 544 с.
3. Гендин Г. С. Все о радиолампах. — М.: «Горячая линия — ТЕЛЕКОМ», 2002.

(Продолжение следует)

Издательство «РадиоСофт» совместно с редакцией журнала «Радио» выпустило ряд книг по радиобиблиотечной тематике. Это уже завовавшая популярность серия книг «Радиобиблиотечка», а также книги И. Гончаренко «Компьютерное моделирование антенн. Программа MMANA» и «Любительские громкоговорители» С. Батя. Нет необходимости представлять этих авторов, так как в последние годы они неоднократно публиковались на страницах журнала «Радио». Их статьи всегда вызывают живой интерес у читателей журнала.

«Радиобиблиотечка» сегодня состоит из тринадцати тематических выпусков, с содержанием которых можно ознакомиться на сайте издательства «РадиоСофт». В ближайшее время увидят свет новые выпуски, посвященные дистанционному управлению, измерительной технике, электромузыкальным инструментам, электроакустическим устройствам.



Книга И. Гончаренко «Компьютерное моделирование антенн. Программа MMANA» представляет собой полное описание популярной во всем мире программы расчета антенн, включающей в себя библиотеку файлов готовых антенн. В книге С. Батя «Любительские громкоговорители» дается описание девяти конструкций акустических систем. Автор знакомит читателей с акустическими комплексами High End класса, с методикой расчета и построения подобных систем.

В настоящее время готовятся к выпуску несколько новых книг, которые, на наш взгляд, привлекут внимание как любителей, так и профессионалов в области электроники и связи. Среди них немало шума, наверное, наделала книга классика отечественного «антенностроения» К. Харченко «КВ Антенны-Рупоры!». Интересный материал для поклонников моделирования электронных схем — книгу «Создание аналоговых PSPICE-моделей радиоэлементов» подготовил О. Петраков. Коллектив нижегородских радиолюбителей представит книгу «Антенны и не только», в которой собраны статьи в основном по антенной тематике (большая часть из них еще не публиковалась).

Более подробную информацию об этих и других изданиях можно найти в Интернете на сайте издательства «РадиоСофт» [www.radiosoft.ru](http://www.radiosoft.ru). Приобрести эту литературу по электронике и радиотехнике можно в издательстве «РадиоСофт» (телефон: (095) 177-47-20, e-mail: [real@radiosoft.ru](mailto:real@radiosoft.ru)). Ее можно заказать и по почте: 111578, Москва, аб. ящ. 1, «Пост-Пресс». Телефоны «Пост-Пресс»: (095) 307-06-61; 307-06-21; e-mail: [postpres@dol.ru](mailto:postpres@dol.ru). Издательство «РадиоСофт» бесплатно высылает очередной седьмой выпуск «Каталога технической литературы по электронике и радиотехнике», который содержит более 600 наименований книг.



# АКУСТИЧЕСКОЕ КОРОТКОЕ ЗАМЫКАНИЕ В ГРОМКОГОВОРИТЕЛЕ И ЕГО ПРЕОДОЛЕНИЕ

В. НОСОВ, г. Москва

**Возможно ли иное акустическое оформление громкоговорителя помимо широко распространенных ныне фазоинвертора либо закрытого ящика, а также более дорогих вариантов рупорных и лабиринтных громкоговорителей? В этой статье описан метод расширения полосы эффективно воспроизводимых нижних частот в корпусах открытого типа и приведены практические конструкции громкоговорителей.**

В громкоговорителе при колебаниях диффузора головки электродинамического типа его фронтальная и тыльная поверхности приводят в движение воздух, создавая попеременно его сжатие и разрежение. Таким образом, когда с одной стороны диффузора давление возрастает, то с другой стороны, наоборот, уменьшается. На низких частотах, если динамическая головка не имеет акустического оформления (в свободном пространстве), из-за дифракции звуковых волн происходит процесс акустического короткого замыкания и результирующее звуковое давление в окружающем пространстве сильно ослабляется.

Для исключения этого вредного явления динамическую головку помещают в акустический экран, устраняющий компенсирующее действие противофазных колебаний сжатия-разрежения. Основные конструкции таких экранов и их особенности описаны в [1—3]. Напомним кратко эти известные варианты.

**Щит**, размеры которого должны быть достаточно большими и, по крайней мере, соизмеримы с длиной акустической волны на самой низкой воспроизводимой частоте. На низких частотах (десятки герц) размеры щита велики — несколько метров, что для практических конструкций неприемлемо.

**Ящик с открытой задней стенкой** представляет собой “свернутый” щит. Такое акустическое оформление громкоговорителя широко применялось в 30—60-х годах минувшего столетия, когда требования к полосе воспроизводимых звуковых колебаний были невелики.

**Ящик с лабиринтом**, длина которого равна половине длины волны на низких частотах [1], по конструкции и технологии изготовления неоправданно сложен и поэтому практически не распространен.

**Рупор**, представляющий собой расширяющийся волновод, также используется для увеличения звуковой отдачи. На низких же частотах размеры рупора слишком велики.

**Закрытый ящик**, обычно заполненный звукопоглощающим материалом во избежание стоячих и других волн. При этом акустическая энергия, излучаемая тыльной поверхностью диффузора, рассеивается внутри ящика.

**Закрытый ящик с фазоинвертором** — ныне один из популярных типов акустического оформления, предложенного еще в 1930 г. Фазоинвертор представляет собой трубу или отверстие, выполненное в ящике. Фазоинвертор работает в очень узкой полосе частот, а при достаточно широком спектре сигналов низких частот происходит затягивание переходных процессов в виде “окрашивания” звуков басового регистра. Вследствие этого различные по тембру музыкальные инструменты звучат весьма сходно, т. е. фазоинвертор фактически искажает реальные звучания. Как и в предыдущем варианте, примерно половина акустической мощности теряется в ящике. Отсутствие другого эффективного акустического оформления заставляет разработчиков акустических систем (АС) использовать это техническое решение [2, 3].

Преодоление акустического короткого замыкания в АС при создании простого и энергетически эффективного акустического оформления громкоговорителей, действующего в широкой полосе звуковых частот практически без звуковых потерь, является в настоящее время важной и нерешенной проблемой [2, 4].

Описываемые в статье технические решения, исключаяющие акустическое короткое замыкание, позволяют использовать озвучиваемое помещение для повышения эффективности работы АС на низких частотах. При этом снижаются требования к конструкции акустического оформления ввиду исключения в ящике стоячих волн, поскольку звуковая энергия тыльного излучения головки выходит из ящика в пространство, озвучивая его. В этих конструкциях уменьшается или вовсе исчезает влияние упругости воздуха, ограниченного объемом ящика, и возрастание резонансной частоты громкоговорителя.

Звуковая энергия в твердых материалах распространяется в виде потока, причем ортогональное по отношению к оси излучения распространение намного меньше (до -30 дБ), чем по оси излучения [5]. В воздушной среде тоже действуют принципы векторного сложения колебательной скорости вне зависимости от частоты и фазы суммируемых потоков звуковых колебаний. Из теории колебаний [6] известно также, что два гармонических колеба-

ния, имеющих одинаковую частоту и произвольную фазу между собой и распространяющихся взаимно перпендикулярно, не взаимодействуют между собой. В ближней зоне излучателей оказываются важными соотношения колебательной скорости и скорости распространения, а также длины волны  $\lambda$  и диаметра излучателя  $d$  (отверстия излучения). Разделение звуковых потоков прямого и обратного излучения головки и перевод их в ортогональные относительно друг друга потоки позволяет устранить акустическое короткое замыкание излучателя.

Конструктивными мерами — с помощью “волновода” — возможно развернуть звуковой поток, создаваемый тыльной поверхностью диффузора громкоговорителя, на 90 град. так, как это изображено на **рис. 1** (вектор В). В окрестностях точки О колебательные скорости тангенциального потока от волновода и потока фронтального излучения головки (вектор А) складыва-

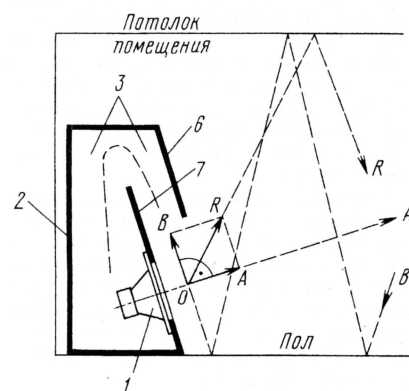


Рис. 1

ются. Если потоки и колебательные скорости равны, при вычислении равнодействующей  $R$  получаем суммарное акустическое давление в 1,41 раза больше каждой из составляющих. Таким образом, в ближнем от излучателя пространстве акустическое давление  $p$  возрастает на 3 дБ. Отдаваемая АС акустическая мощность в помещении [7] удвоится, поэтому для получения одинаковой звуковой мощности для такой АС потребуется УМЗЧ вдвое меньшей мощности:

$P_a = p^2 V / T_c \cdot 10^{-5}$ , Вт (при  $R_r = 3$  м),  
где  $V$  — объем помещения;  $T_c$  — среднее время оптимальной реверберации;  $R_r$  — радиус гулкости.

Как видно из формулы, величина акустической мощности  $P_a$  заметно возрастает, если отказаться от известных конструктивных решений акустического оформления АС. С учетом влияния звукопоглощающего материала, которым обычно наполняют закрытый ящик громкоговорителя для поглощения энергии, излучаемой тыльной поверхностью диффузора, реальный выигрыш может оказаться еще больше.

Следуя изложенному принципу исключения акустического короткого замыкания, автором были разработаны конструкции акустического оформления, один из вариантов которого приведен на



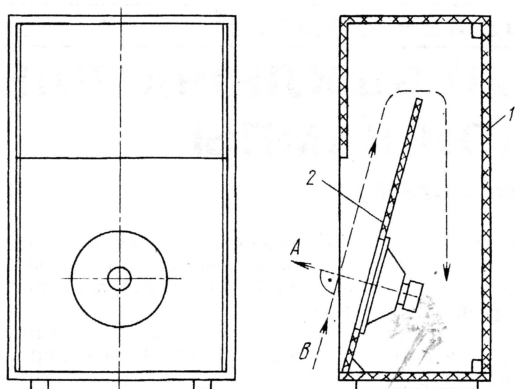


Рис. 2

**рис. 2.** В корпусе с глухой задней стенкой 1 нижняя часть передней панели 2 ("ломаная дека") наклонена под углом к вертикали, образуя с верхней частью передней панели "волновод" для звуковых волн, создаваемых с тыльной стороны головки громкоговорителя. При расчете конструкции важно выполнить условие, чтобы площадь поперечного сечения волновода, по которому распространяется звуковой поток из ящика, была не менее площади тыльной поверхности диффузора. В противном случае воспроизведение самых низких частот будет ослаблено вследствие остаточной упругости воздуха в ящике. Измерения, проведенные в безэховой камере Акустического института РАН, подтвердили рассмотренные предположения, что и позволяет сделать излагаемые в этой статье рекомендации.

Звук, выходящий из волновода,

обеднен в области высоких частот, и он на слух кажется более бархатистым, чем звук фронтального потока. Это отнюдь не ухудшает музыкальности звучания из-за иного направления распространения развернутого потока: помещение также участвует в формировании звукового образа, делая его объемным. Даже если помещение содержит много поглотителей звука, например, ковровых изделий и мягкой мебели, естественность звука и его объемность не теряются.

На основе предложенного метода автором была разработана и изготовлена стереофоническая АС "Цунами". В каждом из громкоговорителей системы использованы низкочастотная 15-дюймовая головка L-3712 (из Германии), имеющая максимальную мощность 100 Вт, и две высокочастотные головки 6ГДВ-4. Звуковой диапазон разделен на две полосы — 20...5000 Гц и 5000...25000 Гц. Измеренная эффективность в режиме излучения НЧ оказалась равной 110 дБ/√Вт-м при отличном качестве воспроизведения звука. С помощью этой АС при средней электрической мощности 5 Вт на каждый канал озвучивался зал, где находилось 600 человек.

Результаты экспериментальных исследований образцов громкоговорителей и акустических систем были изложены автором в докладе на Нижегородской Акустической сессии [7].

На **рис. 3** показаны еще одна конструкция громкоговорителя и векторная диаграмма распространения звуковых потоков А, В и R. Звуковой поток А является фронтальным, поток В — тыльным. Вектор R является равнодействующим от сложения векторов А и В. На этом рисунке следующие обозначения элементов: 1 — звуковая головка; 2 — корпус; 3 — волновод для выхода звуковой энергии тыльного излучения; 4 — выходное отверстие волновода; 5 — стенка волновода; 6 — перед-

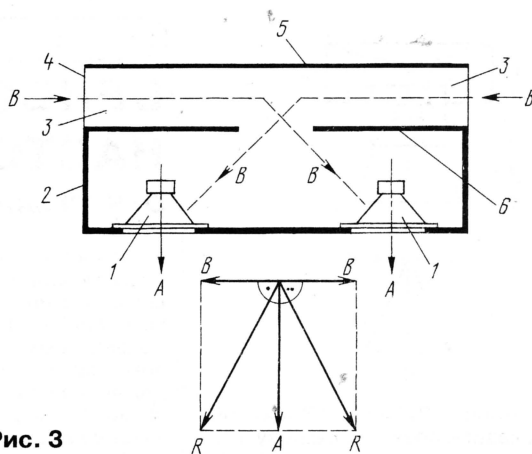


Рис. 3

няя стенка волновода. Такой громкоговоритель обеспечивает более диффузное распространение звука в пространстве. На передней стенке громкоговорителя устанавливают и высокочастотные головки.

Анализ векторных диаграмм, приведенных на рис. 1 и 3, показывает, что предложенный метод исключения акустического замыкания между потоками А и В позволяет преодолеть это вредное явление в звуковых системах с одновременным энергетическим и качественным выигрышем.

Экспериментальные работы были проведены с головками 4А-32 в большом заглушенном помещении с помощью звукового генератора ГЗ-33, вольтметра ВЗ-33, частотомера ЧЗ-32 и прецизионного измерителя шумов типа 00017 с конденсаторным микрофоном типа МКД.

Для получения сравнительных параметров была исследована и обычная АС с головкой 4А-32; за прототип взят серийный громкоговоритель 35ГД-4 в закрытом корпусе. Его измеренная частотная характеристика приведена на **рис. 4**. В диапазоне частот 80...12000 Гц средняя характеристическая чувствительность — около 94 дБ/√Вт-м при неравномерности до 26 дБ. В корпусе помещен звукопоглощающий материал. Звучание этой АС не отличается высоким качеством.

На **рис. 5**, а приведены результаты измерений частотной характеристики громкоговорителя "Цунами" (его конструкция аналогична показанной на рис. 1) с той же головкой 4А-32. Средняя эффективность фронтального излучения возросла до 98 дБ/√Вт-м в диапазоне частот 40...20000 Гц, неравномерность АЧХ уменьшилась до 9 дБ, полоса воспроизводимых частот расширилась. Выигрыш по электроакустическому коэффициенту полезного действия прототипа и АС "Цунами" оказался равным 6,4 раза!

На рис. 5, б приведена АЧХ громкоговорителя по вектору В, из которой следует, что полоса излучаемых частот равна 50...6000 Гц при эффективности 96 дБ/√Вт-м и неравномерности в полосе 12 дБ. В АС 35ГД-4 и подобных ей энергия тыльного излучения головки превращается в тепло.

Выполненные автором АС по аналогии с конструкцией на рис. 2 с использованием корпусов от ламповых

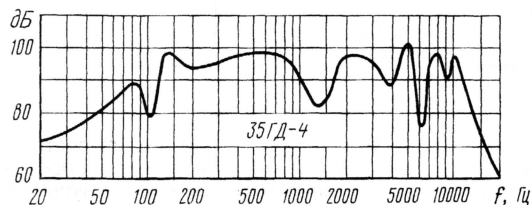
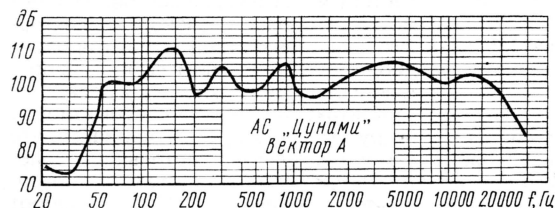
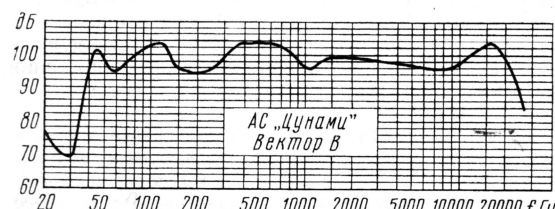


Рис. 4



а)



б)

Рис. 5



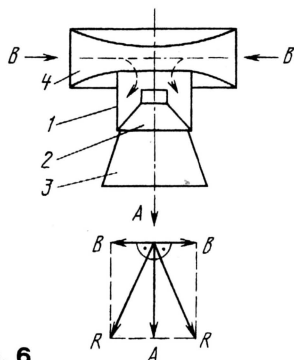


Рис. 6

телевизоров "Рубин", "Электрон" и др. показали прекрасные результаты. Использовались головки 4А-32, 6ГД-2 и др., способные хорошо воспроизводить низкие частоты. Головки с тяжелой подвижной системой автор не использовал в связи с их малой эффективностью и недостаточно широкой полосой рабочих частот. Изготовление предложенных АС, лишенных акустического замыкания, доступно в домашних условиях и представляет интерес при утилизации устаревшей аппаратуры.

Предложенный способ исключения акустического короткого замыкания в громкоговорителе позволяет значительно усовершенствовать и рупорные громкоговорители. На рис. 6 упрощенно показана конструкция рупорного громкоговорителя 1, выполненного на основе обычной (диффузорной) электродинамической головки 2. Прямое излучение звука происходит через рупор 3, а обратное излучение от головки — через симметричный волновод 4. Векторная диаграмма потоков звукового излучения в горизонтальной плоскости приведена там же.

Приведенные в статье конструкции АС, построенные на основе изложенных положений, — лишь малая часть возможного разнообразия вариантов.

## ЛИТЕРАТУРА

1. Сапожков М. А. Электроакустика. — М.: Связь, 1978.
2. Дьяконов Б. П. Бытовая аудиотехника. — Смоленск, Русич, 1997.
3. Бурко Б. Г., Лямин П. М. Бытовые акустические системы: эксплуатация, ремонт. — Минск, "Беларусь", 1996, 350 с.
4. Олсон Г., Масса Ф. Прикладная акустика. Перевод с английского под ред. И. Г. Дрейзена и Ю. М. Сухарецкого. — М.: Радиоиздат, 1938, с. 349.
5. Носов В. Н. Исследование и разработка статистических методов акустического контроля горных пород. — М.: МГИ, диссертация на соискание степени кандидата технических наук, 1972, с. 157.
6. Малов Н. Н. Основы теории колебаний. — М.: Просвещение, 1971, с. 62.
7. Носов В. Н. Проблемы электроакустики и их решения. Результаты экспериментальных исследований образцов громкоговорителей и акустических систем. — Н. Новгород: Нижегородский Государственный университет. Труды Нижегородской Акустической сессии, май 2002 г.

## ОБМЕН ОПЫТОМ

# СЕНСОРНЫЙ ВЫКЛЮЧАТЕЛЬ НАСТОЛЬНОЙ ЛАМПЫ

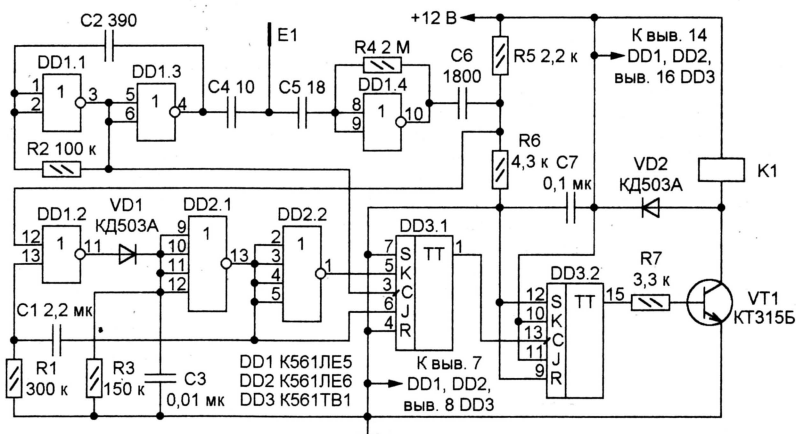
О. ЧЕРЕВАНЬ, г. Санкт-Петербург

Современные механические электровыключатели надежны, удобны и дешевы. Но иногда требуется выключатель, срабатывающий без приложения механического усилия. Если воспользоваться предлагаемым устройством, для включения или выключения нагрузки достаточно легкого прикосновения к металлической пластине-сенсору.

Схема сенсорного выключателя изображена на рисунке. Задающий генератор на элементах DD1.1, DD1.3 вырабатывает импульсы частотой приблизительно 12 кГц и размахом, близким к напряжению питания (12 В). С вывода 4 элемента DD1.3 импульсы

Длительность сохранения этого состояния определяется постоянной времени цепи R1C1 и составляет приблизительно 0,5 с.

Сигнал с выхода элемента DD2.1 поступает на вход J, он же, проинвертированный с помощью элемента DD2.2, — на вход К триггера DD3.1. На счетный вход этого триггера поступают импульсы задающего генератора (с вывода 3 элемента DD1.1). Это позволяет избежать "дребезга" и обеспечивает четкое однократное переключение и возврат в исходное положение триггера DD3.1 при каждом прикосновении к сенсору.



через конденсаторы C4 и C5 поступают на вход элемента DD1.4, работающего в линейном режиме и служащего усилителем.

Далее импульсы, проинтегрированные цепью C6R5R6, через элемент DD1.2 поступают на выпрямитель (диод VD1). Постоянное напряжение на выходе выпрямителя соответствует амплитуде импульсов.

Сенсор E1 — металлическая пластина, подключенная к точке соединения конденсаторов C4 и C5. Прикосновение к пластине замыкает эту точку на "землю" через активно-емкостное сопротивление человеческого тела. В результате резко уменьшается амплитуда импульсов на входах элемента DD1.4. Соответственно изменяется напряжение на выходе выпрямителя: с приблизительно 8 В (до прикосновения к сенсору) почти до нуля (после прикосновения). Низкий логический уровень на выходе элемента DD2.1 сменяется высоким. Этот перепад через конденсатор C1 поступает на вход 13 элемента DD1.2 и поддерживает на его выходе и выходе выпрямителя низкий уровень, независимо от наличия или отсутствия импульсов на входе 12.

Триггер DD3.2 работает в счетном режиме, изменяя состояние на противоположное при каждом поступлении импульса с выхода DD3.1. С выходом триггера DD3.2 соединен ключ на транзисторе VT1. Он управляет реле K1, обмотка которого включена в коллекторную цепь транзистора и зашунтирована диодом VD2, гасящим выброс напряжения в момент выключения реле.

Контактами реле K1 коммутируют нагрузку. В авторском варианте это лампа настольного светильника, сплетенного из ивовых прутьев. Использовалось реле РЭС60, паспорт РС4.569.435-02. Ток, потребляемый выключателем по цепи 12 В, — 12 мА в режиме ожидания и 26 мА — при срабатывании реле. Выключатель можно питать от любого источника, обеспечивающего указанные выше напряжение и ток.

**От редакции.** Реле K1 следует выбирать с контактами, выдерживающими ток и нагрузку нагрузки выключателя, а конденсаторы C4 и C5 — на напряжение не менее 400 В. Последнее гарантирует электробезопасность прибора при его питании от бестрансформаторного источника.



# МОДЕРНИЗАЦИЯ РАДИОПРИЕМНИКОВ

А. Пахомов, г. Зерноград Ростовской обл.

**Лежащие у многих радиолюбителей на полках отечественные «карманные» радиоприемники, выпускавшиеся в 70–80-е годы, могут обеспечить более качественный прием вещательных радиостанций, чем их современные импортные аналоги. Несложные доработки, о которых рассказывается в этой статье, дадут им «вторую жизнь».**

Сравнение современных импортных радиоприемников (в основной своей массе китайско-гонконгских) с отечественными прошлых лет выпуска приводит к интересным результатам. В диапазонах СВ, ДВ и КВ качественные показатели старых отечественных приемников гораздо лучше. Так, двухдиапазонный «КВАРЦ-302», производства конца 80-х годов, имел реальную чувствительность 0,4 мВ/м, что недосяжимо для импортных аналогов, включая, разумеется, дорогостоящие цифровые и профессиональные модели. На параметры приемников тех лет действовал отечественный ГОСТ5651—82, который жестко нормировал чувствительность, избирательность и другие характеристики в зависимости от группы сложности (класса).

Не вдаваясь в подробный анализ электрического тракта, отметим только, что современные малогабаритные радиоприемники выпускаются в основном в вертикальном исполнении, при котором малый горизонтальный размер радиоприемника не позволяет разместить магнитную антенну (МА) достаточной длины. При длине МА всего в несколько

сантиметров уровень сигнала на входе первого каскада оказывается малым, а соотношение сигнал/шум — плохим. В результате внешне привлекательные и, казалось бы, удобные «Tessan», «Manbo» и др. в диапазоне средних волн сильно «шумят» и не обеспечивают приемлемое качество приема. В диапазоне УКВ показатели несколько лучше, но и здесь с хорошим качеством возможен только местный прием. Из-за особенностей распространения радиоволн этого диапазона и низкой эффективности штыревой антенны диапазон УКВ (на приемнике он обозначен как FM) часто оказывается бесполезным на значительном удалении от передающих центров. В этих условиях гораздо целесообразнее иметь старый СВ-ДВ-КВ приемник, модернизировав его по предлагаемой ниже методике.

Благоприятной особенностью современных радиоприемников является питание от двух пальчиковых батарей общим напряжением 3 В. Отечественные модели работали в основном от девятивольтовой батареи «Крона». Преимущество трехвольтового питания

очевидны: емкость гальванических элементов типа АА (отечественный вариант — типоразмер 316) в несколько раз выше, а стоимость даже двух штук ниже, чем одной батареи «Крона» и ее аналогов. Срок службы последней при средней громкости звучания не превышает 20...30 часов. Из-за объяснимого нежелания владельца часто менять недорогую батарею, вполне исправные отечественные радиоприемники лежат без дела. Альтернативные варианты питания также имеют недостатки: аккумуляторные батареи дороги и требуют периодической зарядки, а питание от сети сводит на нет мобильность — основное преимущество карманных радиоприемников.

Выход из положения — перевести приемник на трехвольтовое батарейное питание. Один из способов для этого предложен в [1]. Он заключается в использовании преобразования напряжения элементов АА в напряжение питания приемника 9 В. Однако при этом не удается полностью избавиться от помех. Лучший и, пожалуй, более простой способ — внести изменения в схему самого радиоприемника таким образом, чтобы обеспечить нормальный режим работы всех каскадов при напряжении питания 3 В. Это вполне возможно, причем при грамотном подходе параметры приемника (кроме выходной мощности) практически не ухудшаются.

Рассмотрим модернизацию на примере приемника «КВАРЦ-302». Его схема является типичной для приемников данной группы и показана на рис. 1 (на ней не приведены элементы МА, входных цепей и контуров гетеродина, которые при доработке вообще не трогаются). В более поздних моделях этого и других радиоприемников вместо ФСС

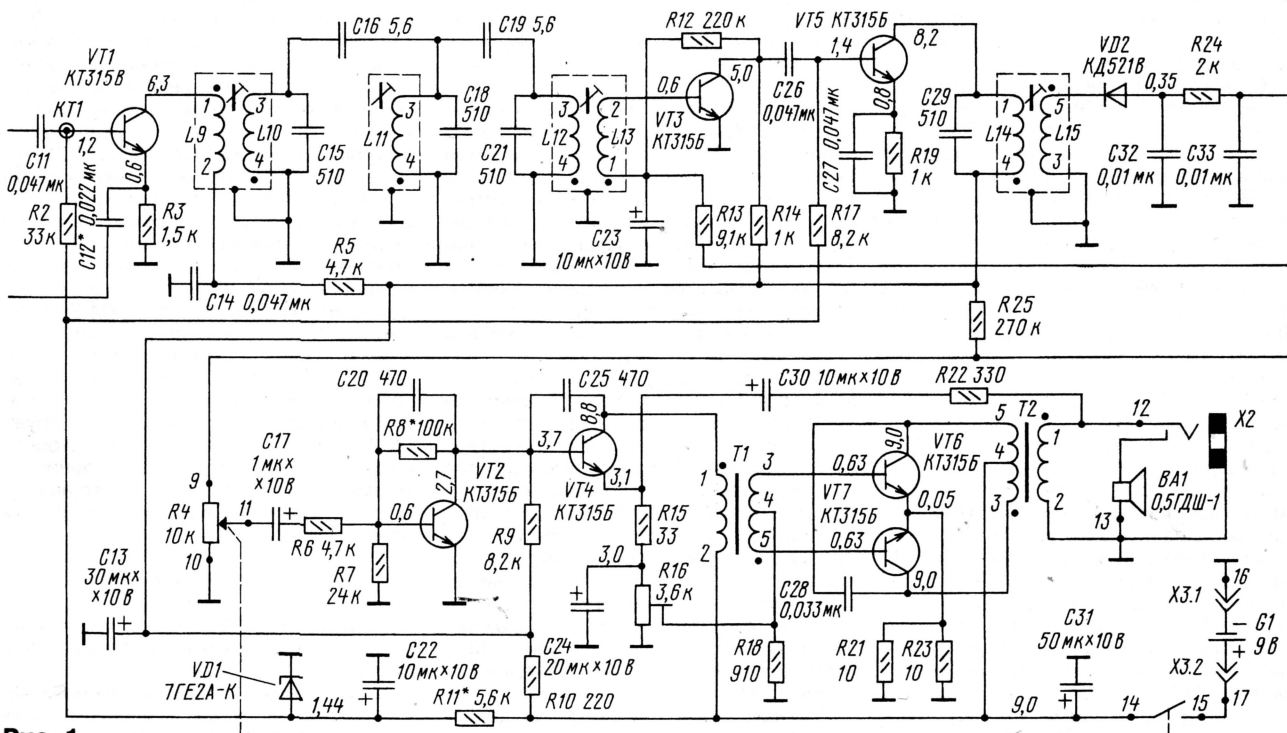


Рис. 1



на катушках индуктивности стали применять пьезофильтр, что, однако, не влияет на дальнейшую технологию доработки, равно как и прочие несущественные отличия в схемах транзисторных приемников.

Первый каскад на транзисторе VT1 представляет собой смеситель с совмещенным гетеродином. Режим транзистора VT1 задан смещением на базу через резистор R2 и стабилизирован питанием от параметрического стабилизатора VD1, R11, C22. Напряжение стабилизации — 1,44 В, в связи с чем удается его сохранить при снижении общего напряжения питания до 2...3 В. Для этого достаточно лишь уменьшить сопротивление балластного резистора R11 до 1 кОм.

Важно отметить, что первый каскад во многом определяет работу приемника в целом. Транзистор VT1 типа KT315 здесь не является оптимальным: он имеет высокий уровень шумов, значительную емкость переходов и малое усиление. Гораздо лучшие результаты получают с СВЧ транзисторами типов KT368, KT399A. Хотя их параметры нормируются на более высоких частотах, но область минимума шумов распространяется "вниз", вплоть до частоты 0,5 МГц (KT399A) — 0,1 МГц (KT368), т. е. захватывает и СВ диапазон. Коэффициент усиления этих транзисторов меньше зависит от напряжения питания, что также важно в данном случае. Автором применен транзистор KT399A, при этом уровень шума оказался настолько мал, что в отсутствие настройки на станцию трудно даже определить, включен приемник или выключен. Таким образом, замена транзистора VT1 гарантирует повышение чувствительности, ограниченной шумами. Чтобы обеспечить нормальный режим работы гетеродина (при токе эмиттера около 1 мА), сопротивления резисторов R3 и R5 следует уменьшить соответственно до 620 Ом и 1,5 кОм.

В исходной схеме тракт ВЧ—ПЧ и первый каскад УЗЧ питаются через развязывающий фильтр R10C13. На резисторе R10 образуется падение напряжения около 1 В, что нежелательно. Во избежание потерь напряжения резистор R10 следует заменить малогабаритным дросселем ДПМ-3 от унифицированных блоков телевизоров 3-го и 4-го поколений или, в крайнем случае, просто провололочной перемычкой. Правда, в последнем случае не гарантировано отсутствие самовозбуждения при разряде элементов питания.

В тракте ПЧ весьма желательно заменить транзистор VT3 типа KT315Б на KT3102Е, KT3102Д или KT342Б, KT342В с коэффициентом усиления 400...500. Это необходимо для того, чтобы повысить коэффициент усиления по ПЧ и тем самым сохранить чувствительность, ограниченную усилением, а также обеспечить эффективную работу АРУ. Сигнал последней через фильтр R13C23 подается на базу транзистора VT3, в связи с чем важно правильно задать его рабочую точку, уменьшив сопротивления резистора R12 до 30 кОм.

В УМЗЧ необходимо также уменьшить сопротивление резистора R8 до

39 кОм, а общее сопротивление двух параллельно включенных резисторов R21, R23 довести до 1...1,5 Ом. Для чего резисторы R21, R23 заменить одним провололочным резистором указанного сопротивления. В данном УМЗЧ предусмотрена регулировка тока покоя подстроечным резистором R16. Во избежание искажений и получения приемлемой экономичности ток покоя должен быть в пределах 5...7 мА.

Для батареи питания изготавливают обечайку с пружинными контактами, в которую должны плотно входить два элемента АА. Конструкция обечайки может быть любой, в авторском варианте она изготовлена из двусторонне фольгированного стеклотекстолита и жести, детали соединены пайкой. Размеры обечайки позволяют разместить ее в отсеке батареи "Крона".

Настройка приемника производится при свежей батарее питания, напряжение под нагрузкой которой не менее 3 В. Вначале следует проверить режимы работы всех каскадов: для транзисторов VT1—VT3 производят измерения напряжения на их коллекторах, для транзисторов VT4—VT7 — на эмиттерах (см. таблицу). На практике может потребоваться подстройка режима транзистора VT3, напряжение на коллекторе которого в отсутствие сигнала должно быть 1,4...1,6 В и регулироваться подбором резистора R12. Остальные режимы, как правило, устанавливаются автоматически при соблюдении вышеперечисленных операций.

Транзистор	Напряжение, В	
	U <sub>к</sub>	U <sub>э</sub>
VT1	1,5	—
VT2	1,6	—
VT3	1,4	—
VT4	—	1,0
VT5	—	0,7
VT6	—	0,01
VT7	—	0,01

Далее, если есть возможность, на вход УМЗЧ (VT2) подают сигнал от генератора ЗЧ и, наблюдая выходной сигнал на осциллографе, подбором резистора R8 добиваются симметрии полуволн синусоиды, а резистором R16 — отсутствия искажений типа "ступенька". Затем измеряют общий потребляемый ток в режиме молчания, который должен составлять 10 мА, и при необходимости регулируют его подстроечным резистором R16.

Как видно, предлагаемая модернизация проста и не требует больших затрат времени и средств. Достижимый же результат впечатляет — чувствительность приемника не уменьшается (и даже несколько увеличивается), избирательность остается прежней, максимальный потребляемый ток в пиках сигнала не превышает 20 мА, работоспособность сохраняется при снижении напряжения питания до 1,8 В, срок работы радиоприемника от одного комплекта элементов АА — не менее 80 ч, а при хорошем качестве последних — более 100 ч.

Единственный параметр, ухудшающийся при переделке, — выходная зву-

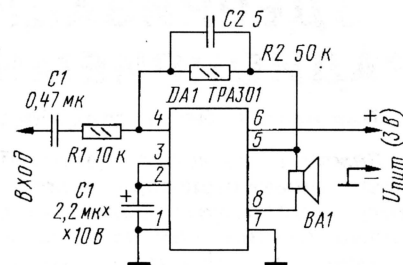


Рис. 2

ковая мощность, которая падает до 20...30 мВт. Как правило, этого вполне достаточно, так как характеристическая чувствительность головки ВА1 весьма высока. Такую же выходную мощность имеют и большинство импортных приемников, но субъективно качество звучания переделанного оказывается лучше за счет лучших акустических свойств корпуса.

При желании модернизацию можно продолжить, собрав более мощный мостовой УМЗЧ. При этом не следует "изобретать велосипед" и изготавливать его на дискретных элементах, хотя такие схемы и опубликованы. Имеется большая номенклатура специализированных микросхем — готовых высококачественных усилителей с низковольтным питанием. На рис. 2 показана схема одного из них — УМЗЧ на микросхеме ТРА301. Вот некоторые его характеристики: выходная мощность при напряжении питания 3,3 В, K<sub>н</sub>=0,5 %, F=1 кГц, R<sub>н</sub>=8 Ом — 250 мВт; ток покоя — менее 1,5 мА; ширина воспроизводимой полосы частот при максимальной выходной мощности — 10 кГц.

Бликие параметры и схемы включения имеют моноусилители на микросхемах ТРА311, ТРА701, ТРА711 [2]. Все микросхемы снабжены защитой от тепловых и электрических перегрузок. Типовая схема их включения с необходимыми дополнительными элементами поверхностного монтажа позволяет изготовить новый усилитель в виде миниатюрного блока. Старый УМЗЧ демонтируют, оставляя только каскад предусиления на транзисторе VT2, а новый собирают поверхностным (или любым) монтажом на отдельной плате по схеме рис. 2 из [2]. Плата крепится на кронштейнах к основной в том месте, где демонтирован прежний УМЗЧ. Сигнал на вход подается с коллектора транзистора VT2 (см. рис. 1), плюс питания — от батареи, емкость конденсатора C31 увеличивают до 220 мкФ. Настройки интегральный УМЗЧ не требует. Может потребоваться только подстройка каскада предварительного усиления на транзисторе VT2 по напряжению на коллекторе, указанному в таблице, подбором резистора R8.

#### ЛИТЕРАТУРА

1. Пахомов А. Преобразователь для питания радиоприемников. — Радио, 2000, № 2, с. 19.
2. Интегральные УМЗЧ с режимом АВ. Справочный материал. — Радиолюбитель (г. Москва), 2001, № 5, с. 43; № 6, с. 42, 43.



## РОССИЯ И СТРАНЫ СНГ

Вышел из печати справочник "Радиовещание на русском языке" — 5-е издание (некоммерческая публикация!), содержащий зимние частотные и тематические расписания всех радиостанций, вещающих на русском языке на коротких волнах. Подробности о самом справочнике и условиях его приобретения можно узнать на сайте в Интернете: <[www.dxing.hotbox.ru](http://www.dxing.hotbox.ru)> или по e-mail: <[dxer@yandex.ru](mailto:dxer@yandex.ru)>. Справочник могут приобрести жители как России, так и других стран.

Программы московских радиостанций пользуются все большей и большей популярностью при организации местного вещания различных федеральных округов Российской Федерации и стран СНГ. Так, программы радиостанции "Авторадио" ретранслируются в г. Дудинка (п-ов Таймыр) на частоте 103,3 МГц; "Наше радио" — в Костроме на частоте 71,0 МГц; "Шансон" — в Абакане на частоте 69,92 МГц, Ейске — на частоте 107,4 МГц, Пятигорске — на частоте 107,1 МГц, Ханты-Мансийске — на частоте 101,6 МГц; "Динамит FM" — в Кишиневе на частоте 92,1 МГц.

**МОСКВА.** В октябре 2002 г. на частоте 104,2 МГц начала работать радиостанция "Энергия". Подробностей об этом эфирном новоселе пока нет, но после длительного прослушивания появилась возможность констатировать, что музыкальный формат "Энергии" очень схож с форматом радиостанции "Динамит FM" — передается заурядная русско-англоязычная "попса", т. е. ничего принципиально нового и интересного московский эфир не приобрел.

**БУЗУЛУК, Оренбургская обл.** Радиостанция "Авторадио" (программы из Москвы) работает здесь на частоте 100,2 МГц; "Меновой Двор" — на частоте 101,8 МГц; "Новая Волна" — на частоте 102,3 МГц.

**ИВАНОВО.** Руководство компании "Ивтелеком" выступило с инициативой свернуть в сельской местности данного региона сеть проводного вещания и перейти на современные технологии. Однако в некоторых районах Ивановской области проводное радио уже давно не работает — оборваны воздушные линии, вышли из строя радиоузлы, а ремонт старого оборудования нерентабелен. Инициатива "Ивтелекома", поддержанная губернатором области, состоит в том, чтобы перевести проводное радиовещание на эфирное. А более двенадцати тысяч абонентов радиосети должны быть обеспечены 300-рублевыми приемниками. В управлении печати и информации Ивановской области сообщили, что бесплатно их получат пенсионеры и льготники. Кому-то приемники будут продаваться в рассрочку, а остальным придется потратиться самим.

**МУРМАНСК.** В сентябре 2002 г. на частоте 107,8 МГц началось регулярное круглосуточное вещание радиостанции

"Большое Радио". Учредителем новой станции является акционерное общество "Мурманэлектросвязь".

**НОВОРОССИЙСК, Краснодарский край.** В эфире этого города в настоящее время работают следующие радиостанции (частоты — в МГц): 67,19 — "Маяк" (программы московской радиостанции); 67,97 — "Радио России" и ГТРК "Кубань" (поочередно); 69,29 — "Юность" (программы из Москвы); 101,9 — радио "Европа Плюс" (программы из Москвы); 102,4 — "РОКС Регион"; 104,0 — "Новая Россия"; 104,9 — радио "Маяк Кубани"; 107,4 — "Наше Радио"; 107,8 — "Общественное Российское Радио" (программы из Москвы).

Вещание осуществляется через антенны на новой радиомачте, второй по высоте в России.

**ХАБАРОВСК.** Вот какова нынешняя эфирная обстановка в этом дальневосточном городе.

Средние волны (частоты — в кГц): 576 — "Маяк" (ретрансляция московских программ); 711 — "Восток России"; 873 — "Радио России"; 1008 — "Юность"; 1134 — "Авторадио"; 1188 — "Радиощерков"; 1224 — "Олимп"; 1386 — ретрансляция программ радиостанций "Свобода" и "Голос Америки"; 1413 — "Русское Радио".

УКВ (частоты — в МГц): 70,28 — "Ретро"; 71,24 — "Юность"; 72,02 — "Маяк"; 72,8 — "Радио России" и программы дальневосточной телерадиокомпаний; 101,8 — "Радио 101,8"; 102,3 — "Русское Радио"; 103,1 — "Максим"; 103,7 — "Наше Радио"; 105,6 — "Европа Плюс — Хабаровск".

**ЯКУТИЯ-САХА.** Радиостанция "Русское Радио" (программы из Москвы) начала вещание в столице автономии Якутске на частоте 106,1 МГц. Мощность передатчика — 1 кВт, радиус приема — 120 км, т. е. в нее входят собственно Якутск и пригородная зона с прилегающими населенными пунктами (в том числе и за рекой Леной), а также г. Покровск. Общее число потенциальных слушателей составляет примерно 300 тыс. человек.

**КАЗАХСТАН, Усть-Каменогорск.** Вот какие радиостанции можно прослушивать в этом городе: "Микс" — на частоте 73,76 МГц; "Русское Радио" — на частоте 100,5 МГц; "Европа Плюс" — на частоте 101,8 МГц; "Казахское радио" — на частоте 104,0 МГц; "НС" — на частоте 107,0 МГц.

## ЗАРУБЕЖНЫЕ СТРАНЫ

**АРГЕНТИНА.** Прием сигналов антарктической радиостанции "LRA 36", принадлежащей этой стране, отмечается в разное время суток на частоте 15475,5 кГц. Вещание заканчивается примерно в 21.15.

**БОЛГАРИЯ, София.** Радиостанция "Радио Болгария" в наступившем сезоне осуществляет вещание на русском языке по следующему расписанию:

— для Центральной Азии с 00.00 до 01.00 — на частоте 7500 кГц; с 15.00 до 16.00 — на частоте 9400 кГц;

— для Восточной Европы с 04.00 до 05.00 — на частотах 7500, 9500

и 1224 кГц; с 06.00 до 06.30 — на частотах 7500, 9500 кГц; с 11.30 до 12.00 — на частотах 11700 и 15200 кГц; с 15.00 до 16.00 — на частотах 7500, 9900, 1224 кГц; с 17.00 до 17.30 и с 19.00 до 20.00 — на частотах 7500, 9900 кГц.

Программа "ДХ-МИКС" для русскоязычных радиослушателей передается по субботам в 15.45 на частотах 9900, 9400, 7500, 1224 кГц, а также в 19.45 — на частотах 9900, 7500 кГц; по воскресеньям в 00.45 — на частоте 7500 кГц, а также в 04.45 — на частотах 9500, 7500, 1224 кГц.

**ВЕНГРИЯ.** Расписание передач радиостанции в Будапеште на русском языке: ежедневно с 04.00 до 04.28 — на частотах 3975, 6025 кГц; с понедельника по субботу включительно с 18.00 до 18.28 — на частотах 6025, 7130 кГц; по воскресеньям с 16.30 до 16.58 — на частотах 6025, 11680 кГц и с 20.30 до 20.58 — на частотах 6025, 7130 кГц.

**ИЗРАИЛЬ.** Радиостанция "Кол Израэль" ("Голос Израиля") на русском языке работает с 18.30 до 20.00 на частотах 9435, 11605 кГц.

**ИСЛАНДИЯ, Рейкьявик.** Государственная радиовещательная служба Исландии ретранслирует программы своего внутреннего вещания для находящихся на промысле исландских рыбаков с 12.00 до 13.00 и с 14.00 до 14.45 на частотах 15775, 13865 кГц; с 17.45 до 19.15 и с 23.00 до 23.30 — на частотах 13865, 12120 кГц. Трансляции ориентированы на северные регионы Европы, Атлантики и Америки и ведутся только на исландском языке (рапорты о приеме этой станции можно писать и на английском языке).

**РУМЫНИЯ.** Русская служба Интеррадио Румынии вещает по "зимнему расписанию": в 12.00 — для европейской части России, СНГ и стран Балтии на частоте 9570 кГц; для Сибири и Дальнего Востока — на частотах 15380, 17735 кГц; в 15.00 — для европейской части России, СНГ и стран Балтии на частотах 9590, 11735 кГц; в 19.00 — на частотах 6085, 7155 кГц.

Программы Русской службы Интеррадио Румынии можно слушать через Интернет, активировав ссылку <<http://www.rrr.ro/rams/audio3.ram>> (для прослушивания необходим "Real Player").

**ФРАНЦИЯ.** Международная Французская радиостанция "RFI" ретранслирует свои русскоязычные программы на территории Парижа в 04.00 и в 19.00 на частоте 738 кГц. Вещание на КВ осуществляется таким образом: с 04.00 до 04.30 — на частотах 5990, 6045, 7280 кГц; с 14.00 до 14.30 — на частотах 15155, 15595, 15605, 17610 кГц; с 19.00 до 20.00 — на частотах 5905, 7135 кГц.

В Москве и Санкт-Петербурге программы "RFI" по-прежнему ретранслируются местными передатчиками на частоте 1440 кГц.

**ЮЖНАЯ КОРЕЯ, Сеул.** Южнокорейская радиостанция "KBS" на русском языке работает по такому расписанию:

для Европы с 07.00 до 08.00 — на частоте 13670 кГц; с 16.00 до 17.00 — на частоте 15575 кГц; с 18.00 до 19.00 — на частоте 7235 кГц; с 02.00 до 21.00 — на частотах 7275, 7550 кГц; для Азии с 11.00 до 12.00 — на частотах 1170, 5975, 6135, 7275 кГц.

**Хорошего приема и 73!**



# ОСОБЕННОСТИ ПРИМЕНЕНИЯ ОКСИДНЫХ КОНДЕНСАТОРОВ В ЦЕПЯХ ПИТАНИЯ МИКРОПРОЦЕССОРОВ

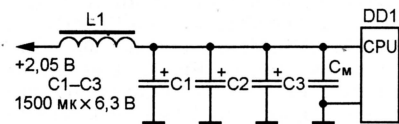
**А. СОРОКИН, г. Радужный Владимирской обл.**

**Для повышения надежности работы компьютера сильно нагревающиеся узлы (процессоры, чипсет, транзисторы блока питания) снабжают теплоотводами, устанавливают дополнительные вентиляторы в системный блок и на винчестеры. Но оказывается, тепловыделяющими элементами являются и оксидные конденсаторы фильтров питания этих узлов. Отчего это происходит и что надо сделать, чтобы предотвратить их нагрев, рассказывается в статье.**

В микропроцессоре к шине питания подключены миллионы транзисторов цифровых узлов, работающих по заданным программами алгоритмам, с суммарным потреблением мощности, достигающим нескольких десятков ватт. В первом приближении их подключения к шине питания являются случайными, поэтому в дальнейшем, для упрощения изложения, будем называть их шумами [1].

Длительность фронта изменения состояния ключей в микропроцессоре не превышает  $10^{-8}$  с, поэтому, несколько занижая ширину спектра генерируемых шумов (токов), можно определить его верхнюю границу  $f_{\text{гп}}$ , как более 100 МГц ( $f_{\text{гп}} > 1/\tau_{\text{ф}}$  [2]), а полосу частот — от 0 до более чем 100 МГц. В этом диапазоне сосредоточено 90 % мощности генерируемых шумов. Учитывая случайный (шумоподобный) характер процессов, реально этот диапазон еще шире.

Таким образом, микропроцессоры являются сложными нагрузками для источников питания и генерируют в цепях питания токи широкого спектрального состава (сотни мегагерц) и большой мощности (до 5...20 Вт). Максимальные токи генерируются при 100 %-ной нагрузке микропроцессора.



**Рис. 1**

Рассмотрим для примера схему цепи питания ядра микропроцессора (рис. 1) в системной плате BE6-II фирмы Abit (она анонсирована как плата для разгона процессоров). Напряжение питания 2,05 В через дроссель L1 и фильтр из трех оксидных конденсаторов C1—C3 емкостью 1500 мкФ подается на выводы питания процессора. Конструктивная емкость  $C_m$  имеет малую собственную индуктивность и поэтому хорошо шунтирует высокочастотные (более 100 МГц) составляющие мощности генерируемых шумов.

В качестве C1—C3 применены высококачественные гелевые оксидные конденсаторы с предельной рабочей температурой +105 °С, способные рассеи-

вать мощность 0,5...5 Вт. Возможно, это и позволило производителям не обращать внимания на режим их работы.

Измерения показали, что в процессе длительной работы компьютера, в котором установлены два корпусных вентилятора (в блоке питания и дополнительный), процессор Celeron с вентилятором Golden Orb и видеокарта с вентилятором, нагрев корпусов упомянутых конденсаторов доходил до +60...80 °С. При высоких температурах наружного воздуха последовательно вышли из строя два из трех конденсаторов фильтра: вначале произошло механическое разрушение корпуса одного из них, после чего компьютер начал периодически "зависать" во время работы, затем то же самое случилось со вторым конденсатором и система начала отказывать уже на этапе обработки BIOS. Причина "зависаний" — появление в цепях питания выбросов напряжения, соизмеримых с амплитудой импульсов управляющих сигналов. Такие выбросы проникают в цепи управления или данных и нарушают работу процессора и целостность данных.

По температуре корпусов оксидных конденсаторов можно заключить, что они рассеивают мощность около 3...5 Вт. В чем же причины нагрева? Как известно, нагрев оксидного конденсатора определяется мощностью, выделяемой в его объеме, т. е. потерями в диэлектрике и металлических элементах. Потери описываются тангенсом угла потерь:  $\text{tg } \delta_c = P_n/P = (P_m + P_d)/P = \text{tg } \delta_m + \text{tg } \delta_d$ , где  $P_n$  — мощность потерь;  $P_m$  — мощность потерь в металле;  $P_d$  — мощность потерь в диэлектрике;  $\text{tg } \delta_m$  и  $\text{tg } \delta_d$  — тангенс угла потерь для металла и диэлектрика соответственно. Типовое значение  $\text{tg } \delta_c$  оксидного конденсатора (1000...2000) · 10<sup>-4</sup> на частоте 50 Гц. При таких его значениях от 10 до 20 % мощности низкочастотных токов переходят в тепло, а учитывая, что спектр фильтруемых токов (напряжений) простирается до десятков мегагерц и  $\text{tg } \delta_c$  увеличивается с ростом частоты ( $\text{tg } \delta_m = R_n 2\pi fC$ ), в тепло переходит более 80 % энергии шума, генерируемой процессором и фильтруемой цепями питания.

Как влияет на работу оксидного конденсатора повышение температуры?

Соппротивление изоляции с ростом температуры на 10 °С падает в 1,26...2 ра-

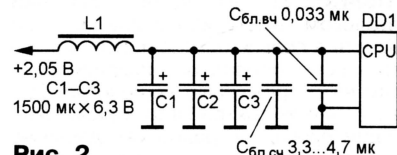
за, а при повышении температуры до предельной +105 °С — в 7...350 раз (минимальные значения соответствуют неорганическому диэлектрику, а максимальные — органическому). Электрическая прочность конденсатора снижается в три раза при повышении частоты приложенного напряжения в 10 раз (при номинальной мощности потерь) [3].

Все сказанное выше говорит о том, что использовать оксидные конденсаторы в цепях питания процессоров без принятия специальных мер недопустимо. Несоблюдение этого условия приводит к снижению надежности системной платы и может спровоцировать их выход из строя даже в рабочем интервале температур.

Напрашивается простое решение: для предотвращения проникновения в оксидные конденсаторы высокочастотных составляющих (вплоть до десятков мегагерц) установить в непосредственной близости от выводов процессора бескорпусный керамический конденсатор емкостью 0,033 мкФ, а в качестве преграды низкочастотным составляющим (до сотен килогерц) включить керамический конденсатор емкостью 3,3...4,7 мкФ. Из-за малого  $\text{tg } \delta_c$  таких конденсаторов шунтирующая энергия не переходит в тепло. Суммарная реактивная мощность этих конденсаторов — 30 ВАр.

Измененная схема цепи питания ядра микропроцессора показана на рис. 2. Доработка была выполнена на данной плате, что привело к снижению температуры корпусов оксидных конденсаторов до +20...30 °С. Плата успешно выдержала испытания в жаркий период лета 2002 г. при температуре воздуха в помещении +40...50 °С. Кроме того, снизился уровень излучаемых компьютером помех.

Подобной доработке целесообразно подвергнуть системные платы компьютеров, используемых в качестве серверов, других компьютеров, работающих со 100 %-ной нагрузкой (например, в системах распределенных вычислений), а также видеокарты, т. е. все узлы, в которых процессоры работают



**Рис. 2**

с предельной нагрузкой. Полезна она и в компьютерах, используемых не столь интенсивно: снижение тепловыделения в системном блоке на 10...25 Вт благоприятно скажется на надежности работы системы.

## ЛИТЕРАТУРА

1. Ott Henry W. Noise reduction techniques in electronic system. — John Wiley & Sons, N-Y, 1976.
2. Гоноровский И. С. Радиотехнические цепи и сигналы. Ч. 1. — М.: Советское радио, 1967.
3. Дулин В. Ж., Жук М. С. Справочник по элементам радиоэлектронных устройств. — М.: Энергия, 1977.



# ПОДКЛЮЧЕНИЕ ПРИНТЕРА D-100 К ПК

Н. МАРАМЫГИН, г. Москва

Прежде чем подключать принтер D-100 к компьютеру, необходимо удалить резисторы, согласующие информационные входы принтера с соединительными линиями. При длине кабеля до 1,5 м они не нужны и к тому же создают дополнительную нагрузку на выходные буферы LPT-порта компьютера. На плате принтера эти резисторы объединены в сборки с позиционными обозначениями MG-103 и MG-102. Сборки находятся рядом с 37-контактным интерфейсным разъемом. Доступ к ним возможен после снятия верхней пластмассовой крышки принтера. Выводы сборок можно переклеить кусочками, не прибегая к выпаиванию.

DIP-переключатели принтера в группах K-100 и K-201 должны быть установлены в положения, показанные на рис. 1. Они находятся на плате под металлической крышкой справа от печатающего узла. Обратите внимание на четвертый переключатель в группе K-100. В показанном на

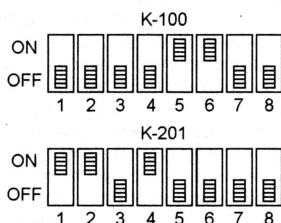


Рис. 1

рис. 1 положении он задает прием информации по шине данных без инверсии, что необходимо для правильного согласования с интерфейсом CENTRONICS. Принтер соединяют с LPT-

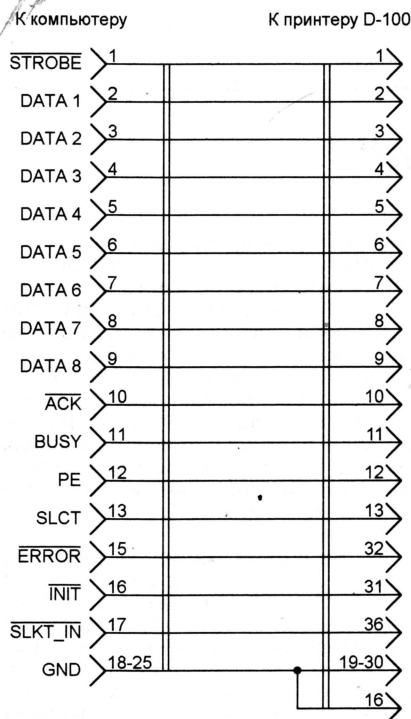


Рис. 2

портом компьютера кабелем, изготовленным по схеме, приведенной на рис. 2. Подробно об устройстве этого порта и назначении его линий смотрите в [1, 2].

Теперь можно печатать в среде DOS тексты, не содержащие русских букв. Для печати кириллицы рекомендуется применить способ, описанный в [3], или перепрограммировать РПЗУ знакогенератора принтера. Микросхема K573РФ2 или K573РФ5 с кодами знакогенератора находится в левой части платы принтера между двумя микросхемами KP580BB55. Ее позиционное обозначение — M221. Чтобы извлечь плату из панели, необходимо предварительно снять механизм принтера, вывинтив два крепежных болта со стороны дна и отсоединив все разъемы. Последние не забудьте пометить, чтобы при сборке случайно не перепутать.

Начертание каждого печатаемого символа в знакогенераторе закодировано последовательно из восьми байтов. Порядок следования символов соответствует кодовой таблице КОИ-8, в которой русские буквы расположены иначе, чем в принятой в MS DOS. Чтобы русские тексты печатались правильно, необходимо изменить коды старшей части знакогенератора (начиная с адреса 400H) на приведенные в таблице. Коды младшей части (адреса 0-3FFH) остаются без изменений. Запрограммированную микросхему РПЗУ с новым знакогенератором устанавливают в предназначенную для нее панель и собирают принтер. Теперь можно печатать из MS DOS любые тексты. Двоичный файл с полными кодами знакогенератора имеется на сайте журнала "Радио" в Интернете по адресу <http://ftp.radio.ru/pub/2003/01/d100>.

Кодировка русских букв в Windows иная, чем в MS DOS. Однако файл, созданный одним из текстовых процессоров Windows в режиме "только

```

0400 FF F0 EF DB BF DB EF F0 FF BE C1 BE F7 BE F7 99
0410 FF BE C1 BE F7 BE F7 C9 FF BF C0 BF FF BF FF 9F
0420 FF FC BB C5 BF FD 83 FC FF BE C1 BE F7 BE F7 9C
0430 FF BE C9 F7 8F C9 BE FF DD BE FF B6 FF B6 C9
0440 FF 82 FD FB F7 EF DF A0 FF 82 FD FB B7 EF DF A0
0450 FF 80 FF EF F7 DB FD BE FF FD FE BE C1 BF FF 80
0460 FF A0 DF EF F7 EF DF A0 FF 80 FF F7 FF F7 80
0470 FF C1 BE FF BE FF BE C1 FF 80 FF BF FF BF FF 80
0480 FF 80 FF BB FF BB FF C7 FF C1 BE FF BE FF BE DD
0490 FF BF FF BF C0 BF FF BF FF 8D F6 FF F6 FF F6 89
04A0 FF E3 DD FF 80 FF DD E3 FF BE DD EB F7 EB DD BE
04B0 FF 81 FF FD FF FD 83 FC FF 8F F7 FF F7 FF F7 80
04C0 FF 80 FF FE 81 FE FF 80 FF 81 FF FD 83 FD FF 80
04D0 FF BF FF FF 80 FF F6 FF F9 FF 80 FF F6 F9 FF 80
04E0 FF 80 FF F6 FF F6 F9 FF FF DD BE F7 BE F7 BE C1
04F0 FF 80 F7 C9 BE FF BE C1 FF FF CE B5 FB B7 FF 80
0500 FF FD FA EF FA EF F1 FF FF F9 E6 DF F6 DF B6 F9
0510 FF E0 FF EA FF EA FF F5 FF E0 FF EF FF EF FF F7
0520 7F 79 37 4B 3F 7B 07 79 FF F1 FE FF EA FF EA F7
0530 FF EE F5 FF E0 FF F5 EE FF F5 FE FF EA FF EA F5
0540 FF E0 FF FD FB F7 FF E0 FF E0 FF FD DB F7 FF E0
0550 FF E0 FF FB FF F5 FE FF FF FD FE ED F3 EF FF E0
0560 FF E0 FF F7 FB F7 FF E0 FF E0 FF FB FF FB FF E0
0570 FF F1 EE FF EE FF EE F1 FF E0 FF EE FF EF FF E0
0580 FF D5 FF AA FF D5 FF AA AA D5 AA D5 AA D5 AA
0590 AA D5 80 AA D5 80 AA D5 FF FF FF 80 FF FF FF
05A0 FF F7 FF F7 80 FF FF FF FF FF FF FF 80 FF FF FF
05B0 FF F7 FF 80 FF 80 FF FF FF F7 FF F0 FF F0 FF FF
05C0 FF EB FF EB E0 FF FF FF FF FF 80 FF 80 FF FF
05D0 FF FF FF 80 FF 80 FF FF FF FF FF FF E0 FF FF
05E0 FF EB FF 8B FF 83 FF FF FF F7 FF 87 FF 87 FF FF
05F0 FF EB FF EB 83 FF FF FF FF F7 FF F0 FF FF FF

```

```

0600 FF FF FF FF 87 F7 FF F7 FF F7 FF F7 8F F7 FF F7
0610 FF F7 FF F7 F8 F7 FF F7 FF FF FF FF 80 F7 FF F7
0620 FF F7 FF F7 FF F7 FF F7 FF F7 FF 7F 8F F7 FF F7
0630 FF F7 FF FF 80 FF FF FF FF FF FF 80 FF 80 FF F7
0640 FF FF FF 83 FF 8B FF FF FF FF FF E0 FF E8 FF EB
0650 FF EB FF 8B FF 8B FF FF FF FF FF E8 FF E8 FF EB
0660 FF FF FF 80 FF 88 FF FF FF FF FF FF FF FF FF FF
0670 FF EB FF 88 FF 88 FF FF FF FF FF 9F FF FF FF
0680 FF F7 FF 87 FF F7 FF FF FF FF FF FF FF FF FF FF
0690 FF F7 FF F0 FF F0 FF F7 FF FF FF FF 87 FF 87 FF F7
06A0 FF FF FF FF 83 FF FF FF FF FF FF FF FF E0 FF FF
06B0 FF FF FF F0 FF F0 FF F7 FF F7 FF 80 FF 80 FF F7
06C0 FF FF FF FF 9C FF FF FF F7 FF F7 FF 87 FF FF FF
06D0 FF FF FF FF F0 F7 FF F7 80 80 80 80 80 80 80 80
06E0 FF FF F8 F8 F8 F8 F8 F8 80 80 80 80 FF FF FF FF
06F0 FF FF FF FF 80 80 80 80 87 87 87 87 87 87 87 87
0700 FF E0 FF ED FF ED F3 FF FF F1 FF FF FF FF FF F5
0710 FF EF FF E0 FF EF FF 7D 0D 76 7F 76 7F 76 01
0720 FF F3 ED FF E0 FF ED F3 FF FF F5 FF FF FF F5 EE
0730 7F 03 7F 7B 7F 7B 07 79 FF F7 FF FF FF FF FF
0740 FF FF E0 FF FE E1 FE FF E0 7F 03 7F 7B 7F 7F 01
0750 FF EF F0 FF FA FF FA FD FF E0 FF FA FD FF FF E0
0760 FF E0 FF FA FF FA FD FF F5 FE FF FF FF FF F1
0770 FF E0 FB F1 EE FF EE F1 FF FF F7 EA FD EB FF E0
0780 FF C0 FF 96 FF 96 FF DE FF F1 EE FF EA BF EA F7
0790 FF FF C0 FF FF FF FF FF FF FF FF FF FF FF FF
07A0 FF C1 BE F7 BE F7 BE DD FF F1 EE FF FF FF FF F5
07B0 FF FF FF FF 80 FF DE FF FF FF FF FF FF FF FF
07C0 FF FF DE BF C0 BF DE FF FF FF FF FF FF FF FF
07D0 FF F7 FF 9C F7 9C F7 FF F7 FF FF FF FF FF FF
07E0 FF 90 EF F7 FF 84 FF 9F FF DD F7 EB FF EB F7 DD
07F0 FF FF E3 E3 E3 E3 FF FF FF FF FF FF FF FF FF

```



текст", можно распечатать из MS DOS, воспользовавшись следующим приемом. Загрузите программу Norton Commander и выберите в одном из ее окон нужный файл. Задайте режим просмотра текста, нажав на клавишу F3. На экране появятся искаженные до неузнаваемости русские слова. Нажмите на клавишу F8, и в открывшемся меню выберите пункт "Windows text". Документ на экране станет читаемым. Чтобы вывести его на принтер, нажмите на клавишу F9. Имеется возможность сменить кодировку и в режиме правки текста, вызванном нажатием на клавишу F4. До-

статочно лишь нажать вместе клавиши Alt и F1.

К сожалению, простыми средствами не удастся решить проблему печати на принтере D-100 непосредственно из Windows. В стандартном наборе драйверов печати подходящих нет, так как система команд D-100 не совпадает с общепринятой. Написать собственный Windows-драйвер устройства (принтера) достаточно сложно даже для опытного программиста. В некоторых случаях поможет разработанная мной программа печати на D-100 графических файлов формата BMP, которую можно найти на сайте журнала

в Интернете. Она позволяет печатать монохромные изображения размерами до 630×1200 точек. Цветное изображение следует предварительно преобразовать в черно-белое, например, с помощью графического редактора Paint.

#### ЛИТЕРАТУРА

1. Гук М. Аппаратные средства IBM PC. Энциклопедия. — С.-Пб: Питер Ком, 1998.
2. Кармызов А. Интерфейсы IBM PC. — Радио, 1996, № 10, с. 24, 25.
3. Розанов А., Кудряшов С. Преобразователь интерфейса CENTRONICS — ИРПР. — Радио, 2000, № 3, с. 19.

## РЕМОНТ "МЫШИ"

"Мышь" не является дорогостоящим элементом компьютерной техники, однако нередко выходит из строя в самый неподходящий момент. Поэтому возможность продления ее работоспособности весьма актуальна.

Наиболее частыми причинами этого недостатка являются:

- загрязнение обрешиненного шарика и роликов оптико-механической системы;
- обрыв проводника в кабеле, соединяющем "мышь" с портом компьютера;
- ухудшение или полное прекращение функционирования управляющих кнопок;
- механический износ осей роликов.

Эти неисправности можно устранить своими силами.

1. В первом случае необходима хорошая чистка устройства с полной разборкой корпуса "мыши". Только при этом вам удастся подобраться к датчикам оптопар и к пластмассовым держателям осей роликов. Именно там часто накапливается мусор. Резиновый шарик следует вымыть теплой водой и тщательно высушить перед установкой. Оси роликов необходимо хорошо очистить и протереть ватным тампоном, смоченным спиртом, а мусор лучше извлечь пинцетом.

Одной из основных причин загрязнения "мыши" является качество ее коврика. Поэтому лучше всего изготовить его самому — вырезать из вспененного полиуретана, который продается в хозяйственном магазине. Он долговечен, мало загрязняет оптико-механическую систему, шарик практически не проскальзывает.

2. Проводники, входящие в соединительный кабель "мыши", состоят из большого числа жил и весьма устойчивы к изгибам. Но со временем в местах частого перегиба кабеля отдельные жилы повреждаются, электрический контакт в проводнике ухудшается и "мышь" перестает нормально функционировать. Чаще всего проводники обрываются в точке выхода из корпуса "мыши" — там, где наибольший угол

перегиба. Для ремонта необходимо обрезать поврежденный кабель примерно в сантиметре от места выхода из корпуса, разобрать устройство и припаять проводники к контактам розетки разъема на плате, аккуратно извлеченным из корпуса и освобожденным от остатков провода. Надо заранее записать последовательность расположения цветных проводников кабеля и правильно восстановить ее при пайке. Укорачивание соединительного кабеля максимум на 7...10 см вполне допустимо.

3. Наиболее часто выходит из строя или плохо работает левая кнопка "мыши". Как правило, проблема заключается в пластмассовом толкателе, передающем воздействие от кнопки к микропереключателю. Дело в том, что корпус микропереключателя и его нажимной элемент выполнены из твердой пластмассы, а толкатель — обычно из мягкой, низкого качества. Поэтому в процессе работы кончик толкателя истирается по форме нажимного элемента переключателя, рабочий ход которого и так очень мал, и нажатие на кнопку "мыши" не дает никакого эффекта. В такой ситуации можно использовать тонкую полоску изоляционной ленты, которую наклеивают сверху на корпус переключателя. Полоску следует располагать поперек корпуса микропереключателя на его верхней и боковых гранях, причем боковая грань должна быть направлена в сторону шарика "мыши", иначе полоску можно смять и сдвинуть со своего места толкателем при сборке корпуса. Обычно хватает одного слоя изолянта.

Выход из строя самого микропереключателя легко определяется по звуку его срабатывания. При нажатии на переключатель должен четко слышаться щелчок. Для полной уверенности можно проверить замыкание контактов переключателя омметром. Чтобы устранить эту неисправность, нужно установить новый микропереключатель. Но сразу найти замену не так-то просто. Поэтому рекомендуем

приобретать трехкнопочные "мыши", цена которых ничем не отличается от двухкнопочных. Зато можно перепаять редко используемый переключатель центральной кнопки на место левого.

4. При износе пластмассовых осей роликов курсор "мыши" обычно начинает плохо перемещаться или вообще перестает двигаться по экрану. Мне, например, удалось восстановить две "мыши" с такой неисправностью. В первом случае диаметр оси был увеличен с помощью ПВХ трубки соответствующего диаметра, а во втором — шарик был заменен подобным с другой неисправной "мышью".

И в заключение хотелось бы сказать о возможности задействовать функцию двойного щелчка для средней кнопки при использовании драйверов фирмы Logitech. Эти драйверы при установке Windows9x для трехкнопочной "мыши" загружаются автоматически. Необходимо лишь установить значение "001" в ключе реестра HKLM\Software\Logitech\MouseWare\CurrentVersion\serial\DoubleClick.

Для тех, кто не хочет изменять реестр, посоветую обновить драйверы Logitech до версии 8.20. Файл обновления "M82SETUP.EXE" можно скачать с сайта фирмы: <[www.logitech.com](http://www.logitech.com)>. Существуют для этой цели и другие программы, среди них Toggle Mouse, Cool Mouse99, WinHacker95.

**А. КЛАБУКОВ**

г. Киров

\* \* \*

Нередко указатель "мыши" на экране отказывается перемещаться по одной из координат или делает это скачками с непредвиденными остановками. Причина оказалась в плохой работе оптического датчика у одного из вращающихся при движении "мыши" координатных дисков. Подогнув корпуса фото- и светодиода датчика навстречу друг другу, удается устранить эту неисправность. Необходимо лишь следить, чтобы координатный диск не задевал датчики.

**Б. ШИЛЬНИКОВ**

ст. Дарасун Читинской обл.



# “PS one”: ПРИНЦИПИАЛЬНАЯ СХЕМА

С. РЮМИК, г. Чернигов, Украина

В “Радио” № 11 за 2002 г. [1] мы познакомили читателей с историей развития игровой приставки “PlayStation” фирмы Sony. Об устройстве и особенностях ее последнего варианта — “PS one” — рассказывается в этой статье.

В комплект поставки “PS one”, кроме системного блока (консоли), входят джойстик DUAL SHOCK, выносной сетевой адаптер и кабель для подключения к телевизору. Демонстрационный CD отсутствует. Кабель и джойстики всех моделей “PlayStation” унифицированы. Схемы находящейся в системном блоке процессорной платы и сетевого адаптера рассмотрены ниже. Это не официальные документы изготовителя ИВП, они — результат анализа печатных плат нескольких экземпляров приставки. Позиционные обозначения большинства элементов даны в соответствии с маркировкой на платах. К сожалению, установленные на процессорной плате чип-резисторы и керамические чип-конденсаторы не маркированы. Поэтому номера в их позиционных обозначениях “фирменным” не соответствуют. Номинальная мощность чип-резисторов определена по их типоразмерам: 1206 — 0,25 Вт; 0805 — 0,125 Вт; 0603 и 0402 — 0,063 Вт.

## ПРОЦЕССОРНАЯ ПЛАТА

Полная схема этой главной составной части видеоприставки условно разбита на несколько. **Рис. 1** содержит узлы вычислительной системы ИВП, в основе которой 208-выводная СБИС IC103 CXD8606CQ. Кроме 32-разрядного процессорного RISC-ядра, совместимого с R3000A фирмы MIPS, она содержит память программ (4 Кбайт), память данных (1 Кбайт), блок регистров общего назначения, графический ускоритель GTE (Graphic Transfer Engine), контроллеры прямого доступа к памяти, прерываний, внешнего динамического ОЗУ и кэш-памяти, три 16-разрядных счетчика-таймера, два последовательных порта ввода-вывода, JPEG-декодер. Процессор тактирован сигналом CLK. На вывод 76 ЦП через цепь R25C115 поступает сигнал RES, устанавливающий систему в начальное состояние. Включенные последовательно в цепи некоторых выводов СБИС низкоомные резисторы служат для устранения “звона” на перепадах импульсов.

Высокоскоростной 32-разрядной шиной данных CD0—CD31 и шиной адреса CA0—CA9 ЦП связан с динамическим ОЗУ IC106 K4Q153212M-JC60 объемом 2 Мбайт. Ранее эту микросхему выпускали под названием KM432V515.

Восьмиразрядное масочное ПЗУ IC102 M53403IE-47 — заказное. Последние две цифры (47) названия — номер версии “прошивки” ПЗУ. В официальной спецификации параметров “PS one” фигурирует его объем 512 Кбайт. Однако 20-разрядная шина адреса A0—A19 позволяет обращаться

к вдвое большему числу ячеек. Микросхемы ПЗУ, установленные в разных 32-разрядных моделях “PlayStation”, взаимозаменяемы. Этим обстоятельством пользуются при ремонте.

Разъемы CN101.1, CN101.2, CN102.1, CN102.2 предназначены для подключения к ИВП джойстиков и карт памяти. Все их входные и выходные цепи защищены от помех и повреждений фильтрами FB117—FB123, стабилитронами и их сборками D101, D103, D104, а также RC-цепями.

Штриховыми линиями на рис. 1 изображена микросхема IC801 PIC12C508A. Это так называемый “mod-chip” — микроконтроллер, запрограммированный таким образом, что обеспечивает запуск игровых CD как фирменного (с темно-фиолетовой поверхностью), так и нефирменного (с серебристой поверхностью) производства разной региональной принадлежности. Место на печатной плате этой микросхеме не предусмотрено, она бывает подключена навесными проводами. В качестве IC801 применяют микроконтроллеры самых разных серий (PIC, AT90S, Z86), зачастую со стертými названиями и обрезанными “лишними” выводами. Однако те, что предназначены для прежних вариантов “PlayStation”, к “PS one” не подходят.

Переходим к **рис. 2**. Показанный здесь 208-выводный графический процессор IC203 CXD8561CQ по функциональным возможностям эквивалентен 3D-ускорителю, применяемым в видеокартах IBM PC. Он отвечает за рисование на экране полигонов, вращение и масштабирование спрайтов, закрашивание контуров по алгоритму Гуро. Каждую секунду процессор способен обработать до 360 тысяч полигонов. Общее быстродействие — 66 млн операций в секунду. Разрешающая способность от 256×256 до 640×512 пикселей в телевизионном стандарте PAL или от 256×240 до 640×480 пикселей в стандарте NTSC. Большое число линий связывает графический процессор с ЦП — микросхемой IC103 (см. рис. 1).

Совместно с контроллером IC203 работает видео-ОЗУ IC201 K4G163222A-PC70 — динамическое синхронное, емкостью 16 Мбит. Увеличенная в два раза по сравнению с установленными в прежних моделях информационная емкость микросхемы видео-ОЗУ дала повод говорить об улучшенной графике “PS one”. Однако это не так. Из 11 адресных входов A0—A10 микросхемы использованы только десять, вход A8 соединен с общим проводом. Поэтому активны, как и прежде, лишь 8 Мбит видеопамати.

При подозрении на неисправность видео-ОЗУ (на изображении видны лишние точки или линии) можно попытаться перейти на “запасную” половину микросхемы IC201, отключив ее вывод 30 от общего провода и соединив его с одним из выводов питания микросхемы.

С выходов графического процессора IC203 цифровые восьмиразрядные видеосигналы основных цветов поступают на входы RD0—RD7 (красный), GD0—GD7 (зеленый) и BD0—BD7 (синий) микросхемы IC502 CXA2106R, заменившей две, применявшиеся в ранних моделях ИВП: видеоЦАП и преобразователь сигналов RGB в полный телевизионный сигнал стандартов PAL или NTSC.

Иногда в качестве IC502 установлена микросхема BH7240AKV. Совпадая с CXA2106R по основным характеристикам и назначению большинства выводов, она требует несколько дополнительных элементов, показанных на рис. 2 штриховыми линиями. Места на плате для них предусмотрены.

Выведенные на выходной разъем CN502 цепи видеосигналов снабжены согласующими резисторами, защитными стабилитронами и помехоподавляющими фильтрами. Напряжение +4,9 В, поступающее на тот же разъем через узел токовой защиты на транзисторной сборке Q505, предназначено для питания телевизионного ВЧ модулятора. Максимальный ток нагрузки — 85 мА, остаточный ток после срабатывания защиты не превышает 5 мА.

Обратите внимание, изменилась по сравнению с прежними моделями “PlayStation” нумерация контактов разъема CN502, хотя их взаимное расположение и назначение остались прежними.

Программируемый генератор тактовых сигналов IC204 CY2081SL-509 — заказной. Соотношения между значениями частоты его выходных сигналов и кварцевого резонатора X201 определяют константы, записанные заводом-изготовителем микросхемы в ее “одно-разовое” внутреннее ПЗУ. Индекс 509 в обозначении генератора — номер заказа, в соответствии с которым он запрограммирован. Частоты сигналов указаны на рис. 2.

Часть схемы приставки “PS one”, изображенная на **рис. 3**, включает системы обработки аудио- и управляющих данных и интерфейс CD-ROM. По сравнению с прежними моделями, система обработки цифровых данных “PS one” значительно упрощена, в ней остались только две микросхемы — контроллер IC304 SC430943PB и 16-разрядное динамическое аудиоОЗУ IC310 M11B416256A-35J емкостью 512 Кбайт. Однако выполняемых функций меньше не стало. Ларчик открывается просто — декодер данных CD, буферное статическое ОЗУ емкостью 256 Кбит, распаковщик данных MPEG-1, звуковые процессор и ЦАП вошли в состав 208-выводной СБИС IC732 CXD2938Q, формально относящейся к системе интерфейса CD-ROM. СБИС работает под управлением ЦП IC103, с которым связана множеством линий.

Сформированный СБИС IC732 стереосигнал звука поступает на двухка-

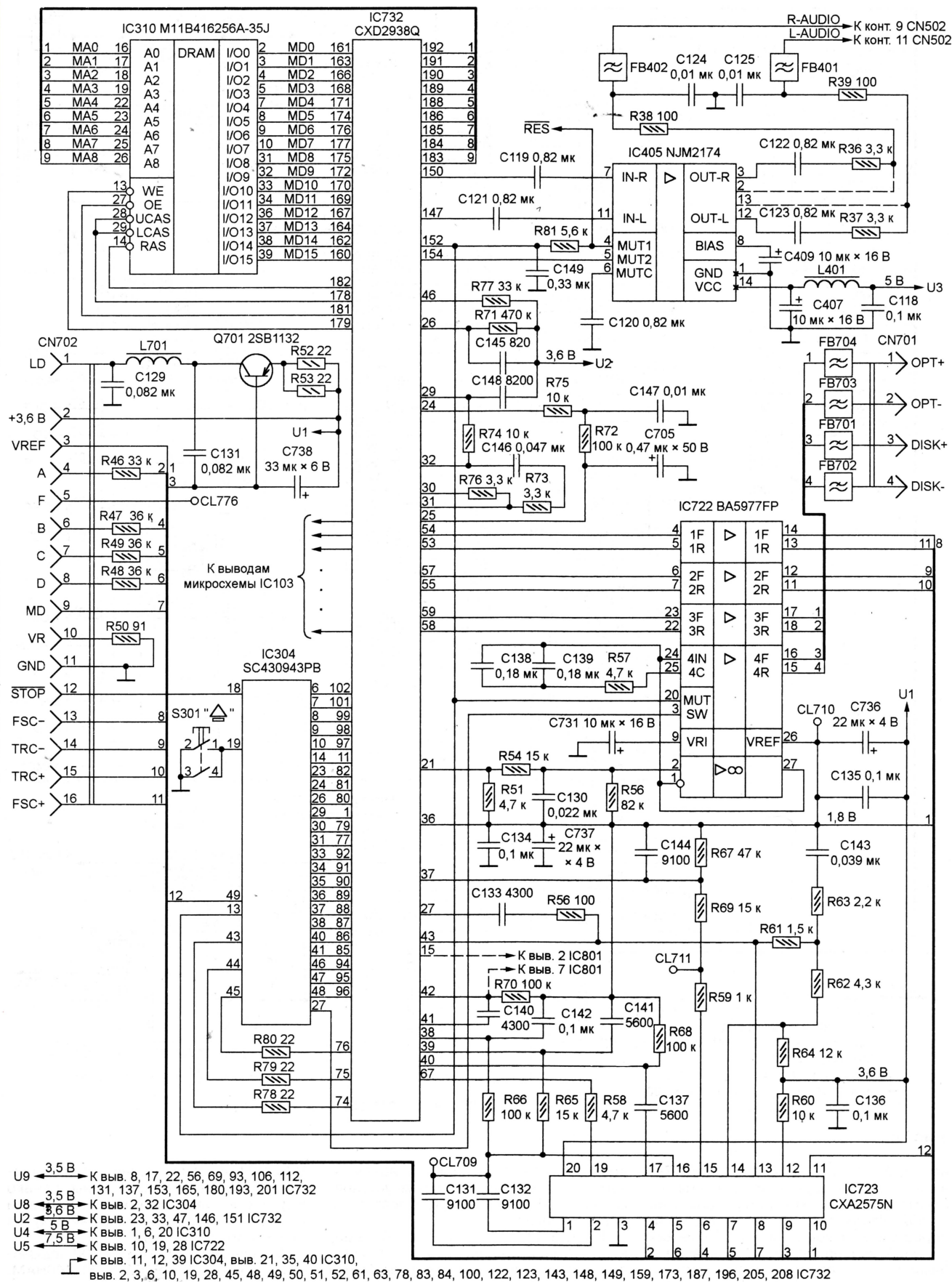






К разъемам CN701 и CN702 подключают привод CD-ROM KSM-440BAM, электрически совместимый с использо-







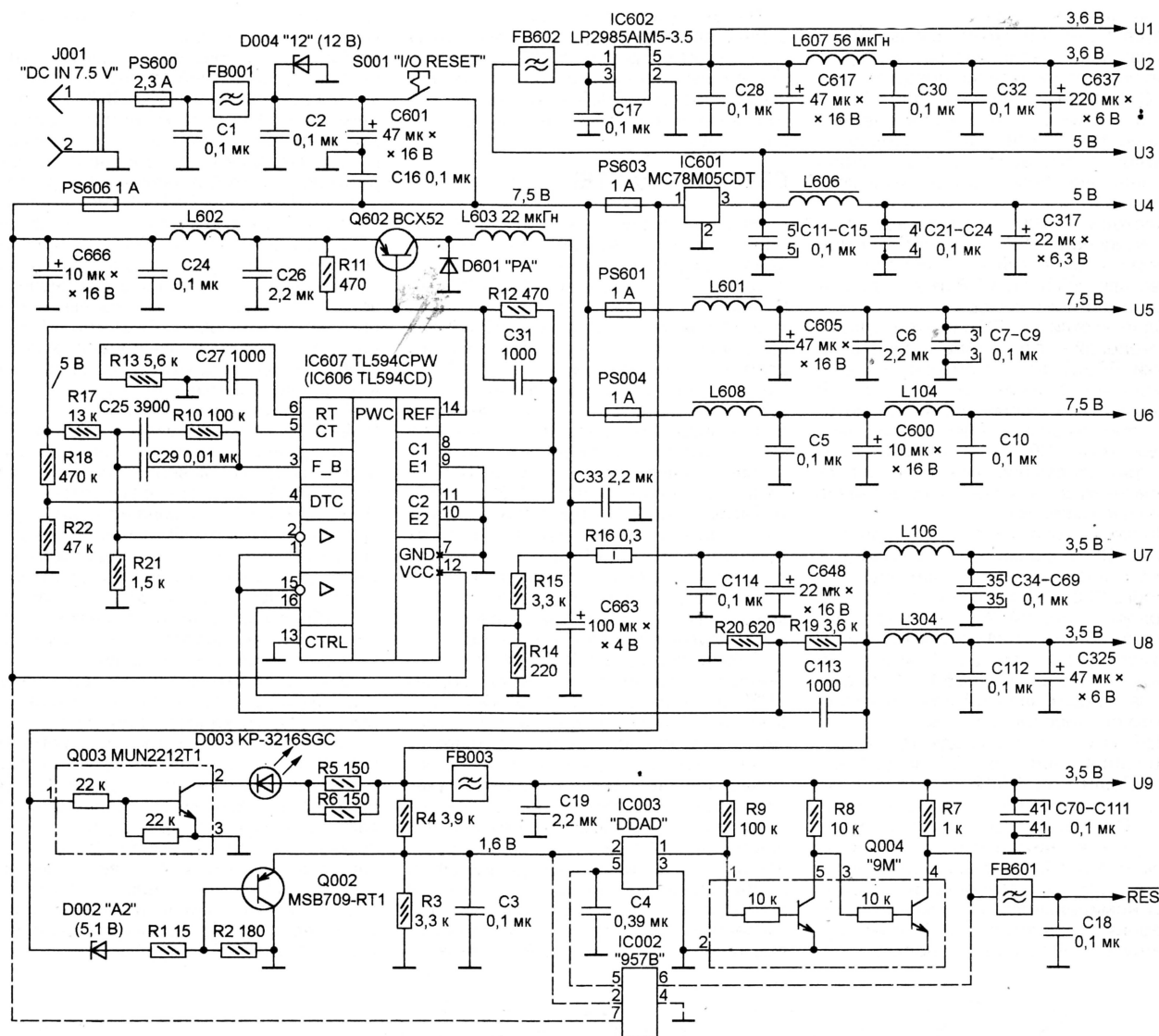


Рис. 4

вавшимся в прежних моделях "PlayStation" ([2], рис. 22), но с соединительным шлейфом другой длины и конфигурации. Полупроводниковый лазер оптической головки привода включен в коллекторную цепь транзистора Q701 2SB1132. Ток лазера регулируют подстроечным резистором, находящимся в приводе. Косвенно этот ток можно оценить по падению напряжения на резисторах R52, R53 (0,66...0,88 В соответственно 60...80 мА).

Сигналы фотоприемников оптической головки поступают на входы микросхемы IC723 CXA2575N, выполняющей функции их усиления, частотной коррекции и предварительной обработки. Дальнейшая обработка происходит уже внутри СБИС IC732. Она же формирует сигналы управления электродвигателями и электромагнитами привода CD-ROM, поступающие на соответствующие узлы через усилители мощности микросхемы IC722 BA5977FP. Ее аналоги — BA5947FP, AN8732SB. Установленные в ранних моделях "PlayStation" микросхемы BA6392FP, BA6397FP,

BA6398FP отличаются от BA5977FP назначением выводов.

Кнопка SB301 механически связана с замком отсека, в который устанавливают игровой диск. Когда он открыт, контакты разомкнуты.

Системный блок "PS one" питают постоянным напряжением 7,5 В от выносного сетевого блока питания — сетевого адаптера, схема которого будет рассмотрена в следующем разделе. На процессорной плате из этого напряжения получают все другие, необходимые для работы ее узлов. Схема цепей питания процессорной платы приведена на рис. 4.

Напряжение 7,5 В поступает с разъема J001 через плавкую вставку PS600, фильтр FB001 и кнопочный выключатель S001. От случайной подачи на разъем J001 слишком большого или неправильной полярности напряжения процессорной плате защищает стабилизатор D004. Протекающий в этих случаях через открывшийся стабилитрон очень большой ток приводит к перегоранию плавкой вставки PS600 или срабатыванию защиты сетевого адаптера.

Через плавкие вставки PS004, PS601—PS603 входное питающее напряжение распределяют между несколькими группами потребителей. Напряжения в цепях U1, U2 (3,6 В) и U3, U4 (5 В) стабилизировано линейными интегральными стабилизаторами соответственно IC602 LP2985AIM5-3.5 и IC601 MC78M05CDT, причем выходное напряжение второго (5 В) служит входным для первого.

В цепи U5 и U6 подают напряжение 7,5 В без дополнительной стабилизации. Напряжение 3,5 В в цепи U7—U9 поступает от импульсного стабилизатора, основные элементы которого — ключевой транзистор Q602 BCX52, демфирующий диод D601, накопительный дроссель L603 и широтно-импульсный (ШИ) контроллер IC607 TL594CPW. Он аналогичен известному TL494 (KP1114EY4), краткое описание и принцип действия которого можно найти, например, в [3].

Иногда вместо IC607 на специально предусмотренном месте на плате устанавливают микросхему IC606 TL594CD,



отличающуюся только конструкцией корпуса. Резистор R16 служит датчиком тока нагрузки стабилизатора.

Во всех цепях питания предусмотрены LC-фильтры, сглаживающие окисленные и блокировочные керамические конденсаторы. Всего по поверхности печатной платы довольно равномерно распределено более сотни таких конденсаторов.

Светодиод D003 служит индикатором включения ИВП. Он светится при наличии напряжений 7,5 В после плавкой вставки PS603 и 3,5 В на выходе импульсного стабилизатора.

Одно из отличий "PS one" от предыдущих моделей — отсутствие специальной кнопки RESET для установки системы в исходное состояние. Сигнал начальной установки RES формируется автоматически при каждом включении приставки выключателем S001 или после аварийного кратковременного снижения и восстановления до номинального значения питающего напряжения 7,5 В.

После включения питания одновибратор IC003 формирует на выводе 1 импульс низкого уровня, длительность которого (0,2...0,3 с) зависит от номинала конденсатора C4. Усилитель на транзисторах сборки Q004 доводит до необходимого уровня мощность импульса, который через фильтр FB601C18 поступает на входы начальной установки микросхем процессорной платы.

При уменьшении входного питающего напряжения ниже 6 В закрывается стабилитрон D002, а транзистор Q002 открывается, шунтируя цепь R3C3. Одновибратор IC003 воспринимает резкое снижение напряжения на своем выводе 2 как выключение питания, а после восстановления в цепи 7,5 В номинального напряжения и закрывания транзистора Q002 генерирует импульс начальной установки.

В некоторых экземплярах процессорной платы формирователем сигнала RES служит микросхема Q002, для которой предусмотрено место. В этом случае микросхему IC003 и некоторые другие связанные с ней элементы не устанавливают.

## СЕТЕВОЙ АДАПТЕР

Выносной блок питания ИВП "PS one", обычно называемый сетевым адаптером, непривычно легок (180 г) и тонок. Его размеры 57×88×30 мм. В нем нет привычного понижающего трансформатора на частоту 50 Гц, так как применен высокочастотный преобразователь напряжения с КПД 70...78%. Номинальное выходное напряжение — 7,5 В (фактически — 7,7 В, очевидно, для компенсации падения напряжения на сопротивлении проводов соединительного шнура длиной 1,8 м). Напряжение изменяется всего на 0,3% при токе нагрузки до 2 А, а при 2,8 А сбрасывает защиту от перегрузки. Размах пульсаций — 20...60 мВ. Учтите, что адаптеры японских и американских моделей "PS one" не подходят для использования в странах СНГ, так как рассчитаны на другое сетевое напряжение.

Схема адаптера SCPH-114, изготовленного в Китае по лицензии фирмы SCEI, приведена на рис. 5. Обратите внимание, многие элементы схемы (резисторы и конденсаторы) составлены из нескольких, соединенных последовательно или параллельно. В одних случаях это сделано, чтобы не превышать допустимые значения мощности или напряжения, в других — для точной установки необходимого сопротивления. Позиционные обозначения элементов в каждой из таких групп различаются буквенными индексами, имея одинаковые порядковые номера. В ссылках на

группы элементов по тексту индексы, как правило, опущены.

Так как выключатель в адаптере отсутствует, последний работает все время, пока встроена вилка CN001 вставлена в сетевую розетку, причем допускается продолжительное отсутствие нагрузки. Входная цепь защищена от перегрузки плавкой вставкой F1 и от помех LC-фильтром CX1FL1. Нетрадиционные позиционные обозначения даны конденсаторам CX1 и CY1, чтобы подчеркнуть их особую конструкцию. Такие конденсаторы специально предназначены для подавления импульсных и высокочастотных помех. Резистор R1 выравнивает потенциалы проводов сети и общего провода ИВП, предотвращая накопление статического заряда.

Выпрямленным диодным мостом D1A—D1D и сглаженным конденсатором C1 напряжением питают однокантный обратноточный инвертор на полевом транзисторе Q1 и трансформаторе T1. Цепь D2R2R3C2 — демпфирующая. Напряжение с обмотки III трансформатора, выпрямленное сборкой диодов Шоттки CR51, поступает на выход адаптера (разъем CN002). Цепь R51C51 подавляет выбросы обратного напряжения на диодах. Конденсатор C52 и фильтр L51C53 сглаживают пульсации.

Выходное напряжение адаптера стабилизировано широтно-импульсным методом. Управляющие импульсы амплитудой 10...11 В и частотой 60 кГц поступают на затвор транзистора Q1 с выхода ШИ-контроллера IC1. Их скважность зависит от коллекторного тока фототранзистора оптрона IC2, включенного в цепь вывода 2 ШИ-контроллера. Ток зависит от освещенности, создаваемой излучающим диодом оптрона, включенным в выходную цепь усилителя сигнала ошибки на транзисторе Q51. Сигналом ошибки служит раз-

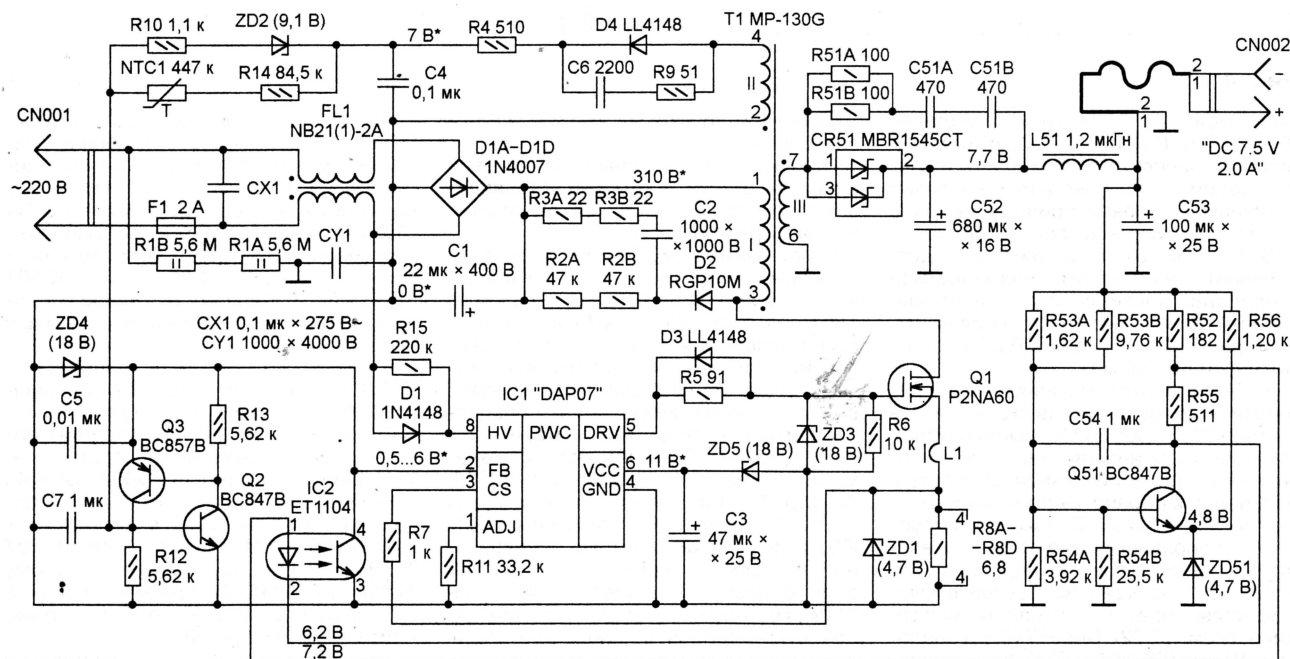


Рис. 5

\* Напряжения, отмеченные этим знаком, измерены относительно отрицательного вывода конденсатора C1. Остальные — относительно отрицательного вывода конденсатора C52.



ность части выходного напряжения адаптера, снимаемой с резистивного делителя R53R54, и образцового, снимаемого со стабилитрона ZD51. Таким образом замыкается цепь стабилизирующей обратной связи.

Установленный в адаптере ШИ-контроллер — аналог микросхемы NCP1200 фирмы "ON Semiconductor". Он изготовлен по технологии, позволяющей разместить на одном кристалле цепи как низкого, так и высокого (до 450 В) напряжения. Пульсирующее с частотой 50 Гц однополярное напряжение амплитудой 300 В поступает на вывод 8 IC1 через диод D1. Внутри микросхемы (между выводами 8 и 6) имеется своеобразный "гасящий резистор" — коммутируемый с частотой приблизительно 50 кГц источник тока 2...4 мА на полевом транзисторе. Этот ток заряжает подключенный к выводу 6 конденсатор C3 до напряжения приблизительно 11 В, которым и питаются низковольтные узлы микросхемы. Напряжение удерживается в допустимых пределах при изменении входного переменного в интервале 100...380 В. Рассеиваемая "резистором" мощность не превышает 0,25 Вт.

Диод D1 — низковольтный. При нормальной работе приложенное к нему

обратное напряжение не превышает 0,7 В — падения напряжения на одном из диодов моста D1A—D1D. Однако несинхронность коммутации внутреннего источника тока с питающей сетью иногда приводит к кратковременному недопустимому увеличению напряжения на диоде. Это явление устраняет резистор R15.

На вход 3 ШИ-контроллера IC1 поступает сигнал датчика тока — резистора R8 в цепи истока транзистора Q1. При работе адаптера без нагрузки ШИ-контроллер переходит в режим с уменьшенной частотой повторения импульсов, облегчая режим транзистора Q1 и уменьшая потребляемую от сети мощность. При перегрузке по току генерация становится прерывистой. Короткие пачки управляющих импульсов повторяются каждые 0,7 с.

Транзисторы Q2 и Q3 соединены по схеме аналога тиристора. Пока напряжение на выходе вспомогательного выпрямителя (обмотка II трансформатора T1, диод D4 и конденсатор C4) меньше напряжения стабилизации стабилитрона ZD2, оба транзистора закрыты. В случае повышения сетевого напряжения на 40...50 % пропорционально увеличивается напряжение на

конденсаторе C4 и стабилитрон ZD2 открывается. Ток, текущий через резистор R10, открывает "тиристор" Q2Q3, который шунтирует цепь вывода 2 ШИ-контроллера IC1, запрещая работу последнего и адаптера в целом. Автоматического возврата в рабочий режим в данном случае нет. Вилку CN001 необходимо вынуть из розетки и вновь в нее вставить.

Терморезистор NTC1 — элемент безопасности. При перегреве адаптера его сопротивление уменьшается, что должно привести к открыванию "тиристора" Q2Q3 и блокировке ШИ-контроллера IC1. Но на практике защита не срабатывает, даже если замкнуть выводы терморезистора. Виной тому слишком большой номинал резистора R14, который следовало бы уменьшить до 10 кОм.

#### ЛИТЕРАТУРА

1. Рюмик С. "PlayStation": История развития. — Радио, 2002, № 11, с. 21—23.
2. Рюмик С. "Sony PlayStation" или особенности схемотехники 32-битных видеоприставок. — Радио, 1999, № 7, с. 26—28.
3. Александров Р. Схемотехника блоков питания персональных компьютеров. — Радио, 2002, № 6, с. 22—24.

## ПРЕОБРАЗОВАТЕЛЬ ДЛЯ ПИТАНИЯ БЫТОВОЙ АППАРАТУРЫ

И. ПОЛЕЙ, г. Южно-Сахалинск

**Вниманию читателей предлагаем описание резервного преобразователя для питания бытовой аппаратуры при отсутствии напряжения в осветительной сети. Его отличительная особенность — наличие двух ступеней преобразования: высокочастотной и низкочастотной, что позволило существенно уменьшить габариты и массу устройства.**

Сегодня отмечается повышенный интерес к разработке и изготовлению мощных преобразователей для питания различной бытовой аппаратуры от аккумуляторных батарей. Во многом этому способствуют два фактора. Во-первых, различного рода ограничения и перебои в электроснабжении, ставшие в последнее время во многих регионах страны обычной практикой. Во-вторых, современные достижения в области промышленного производства специализированных электронных компонентов для преобразовательной техники. К их числу следует в первую очередь отнести мощные быстродействующие полевые транзисторы со свойственными им простотой управления и малыми потерями во включенном состоянии, а также широкий спектр интегральных ШИМ-контроллеров, представляющих собой, по сути, однокристалльные узлы управления преобразователями. Немаловажен также и тот факт, что в последнее время подобная элементная база стала доступна для рядового радиолюбителя, как в плане номенклатуры, так и стоимости. В результате чего появилась

возможность разрабатывать преобразовательные устройства, содержащие малое число деталей и в то же время обладающие высокими энергетическими и эксплуатационными характеристиками.

Описания подобных преобразователей не раз публиковались на страницах "Радио" [1, 2] и в соответствующей технической литературе [3, 4]. Отличительная особенность этих устройств — все они работают на низкой частоте преобразования (как правило, 50 Гц). Это вызвано необходимостью обеспечить соответствие выходных параметров преобразователей частотным характеристикам бытовой электросети, поскольку существует большой класс электроприборов, требующих наличия переменного питающего напряжения. К таким, например, относятся все потребители, содержащие сетевой трансформатор или различного рода электродвигатели переменного тока.

В то же время выбор низкой частоты преобразования вызывает определенные сложности конструктивного и эксплуатационного характера: изготовление мощного выходного трансформатора,

в основном определяющего массогабаритные показатели всего устройства, и характерное "гудение" преобразователя в процессе его работы.

Кроме того, описанные преобразователи, как правило, не снабжены узлами стабилизации выходного напряжения в зависимости от мощности подключенной к ним нагрузки или степени разряженности питающей аккумуляторной батареи. В результате чего возможны изменения амплитуды выходного переменного напряжения в довольно широких пределах (до 30...40 %), что не всегда благоприятно сказывается на потребителе.

Все вышесказанное предопределило конструкцию предлагаемого преобразователя, разработанного с учетом указанных недостатков, присущих уже существующим устройствам. Функционально преобразователь состоит из двух основных частей: мощного высокочастотного повышающего инвертора с выходным выпрямителем и низкочастотного инвертора — коммутатора.

#### Основные технические характеристики

Максимальная выходная мощность, Вт	200
Входное питающее напряжение аккумулятораной батареи, В	12
Эффективное значение выходного переменного напряжения прямоугольной формы во всем интервале мощностей, В	220 ± 3
Частота выходного напряжения, Гц	50
КПД преобразователя, %	78
Габариты, мм	200×120×120
Масса (без аккумуляторной батареи), кг	3,5



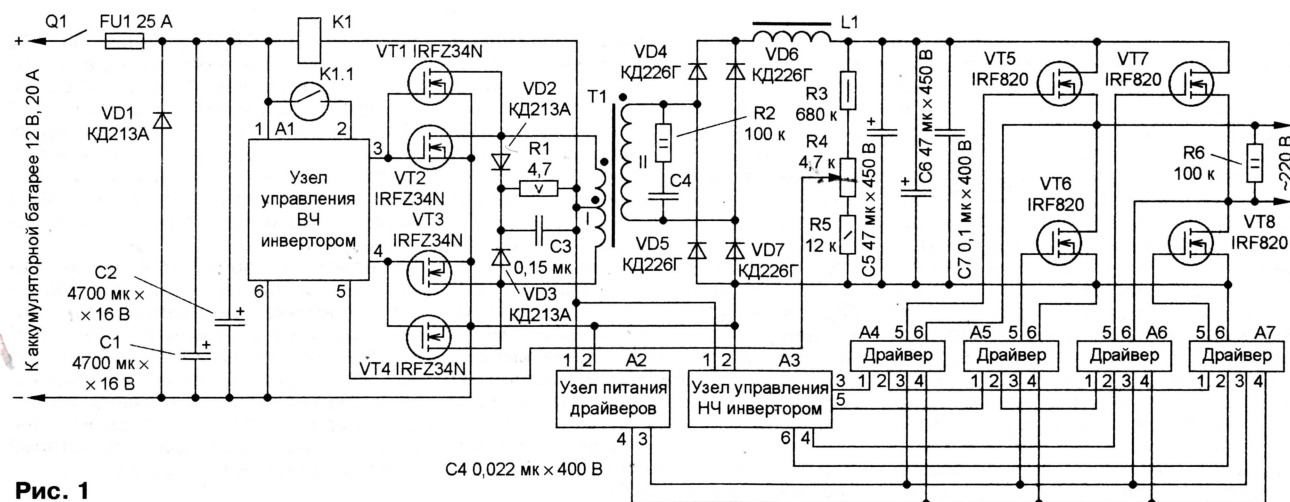


Рис. 1

Схема устройства показана на рис. 1. Высокочастотный инвертор выполнен по схеме двухтактного прямоходового преобразователя на транзисторах VT1—VT4 и трансформаторе T1. К преимуществам такого решения следует отнести низкий уровень пульсаций, лучшее использование коммутационных транзисторов по току и более высокий КПД, чем у преобразователей, собранных по мостовой схеме. Демпфирующие элементы VD2, VD3, R1, C3 применены для снижения амплитуды выбросов напряжения при переключениях и облегчения режима работы транзисторов.

Защита инвертора от перегрузки или замыкания на выходе выполнена на основе включенного в первичную силовую цепь токового реле K1. Оно выполнено на основе геркона с одной группой замыкающих контактов, помещенного в центр катушки свитой из одного-двух витков питающего провода, идущего от плюсового вывода аккумуляторной батареи. При этом внутреннее сопротивление такого реле весьма мало и практически никакого влияния на работу преобразователя в штатном режиме не оказывает. В случае возникновения перегрузки контакты геркона замыкаются, подавая соответствующий сигнал срабатывания защиты на узел управления ВЧ инвертором A1. Быстродействие токовой защиты составляет 1...2 мс.

Выпрямитель выходного напряжения выполнен по мостовой схеме на диодах VD4—VD7, что также позволяет снизить уровень пульсаций и повысить коэффициент использования импульсного трансформатора T1. Выпрямленное напряжение поступает на сглаживающий фильтр L1C5—C7. Сигнал обратной связи по напряжению, необходимый для работы узла управления ВЧ инвертором A1, снимают с резистивного делителя напряжения R3—R5.

Стабилизированное постоянное напряжение подают на низкочастотный инвертор—коммутатор, выполненный по схеме полного моста на транзисторах VT5—VT8. Формируемое коммутатором переменное напряжение прямоугольной формы сетевой частоты поступает на нагрузку преобразователя. Режим работы коммутатора определяет узел управления НЧ инвертором A2. Управляют транзисторами VT5—VT8 идентичные драйверы

ры A4—A7, гальванически изолированные от остальных узлов преобразователя.

“Сердце” ВЧ инвертора — микросхема ШИМ-контроллера KP1156EY2 [5] (зарубежный аналог — UC3825 фирмы Unitrode [6]), которая разработана специально для управления двухтактными импульсными источниками питания с высокой частотой переключения, работающими с обратной связью по напряжению или току.

Схема узла управления ВЧ инвертором A1 показана на рис. 2. Частоту внутреннего задающего генератора контроллера определяют номиналы внешних элементов — резистора R9 и конденсатора C9, и при указанных значениях она составляет примерно 50 кГц. Необходимый для работы сиг-

налов частот с целью повышения устойчивости всей системы широтно-импульсного регулирования.

Изменение ширины выходных управляющих импульсов происходит в результате сравнения внутренним компаратором контроллера напряжения пилообразной формы, действующего на входе RAMP, с выходным напряжением УСО.

Сформированные управляющие импульсы с частотой следования 25 кГц с выходов OUTA и OUTB поступают на транзисторы соответственно VT1, VT2 и VT3, VT4.

Конденсатор C10 определяет работу узла “мягкого” запуска контроллера. В момент включения питания конденсатор начинает заряжаться от источника током 9 мкА, при этом рост напряжения

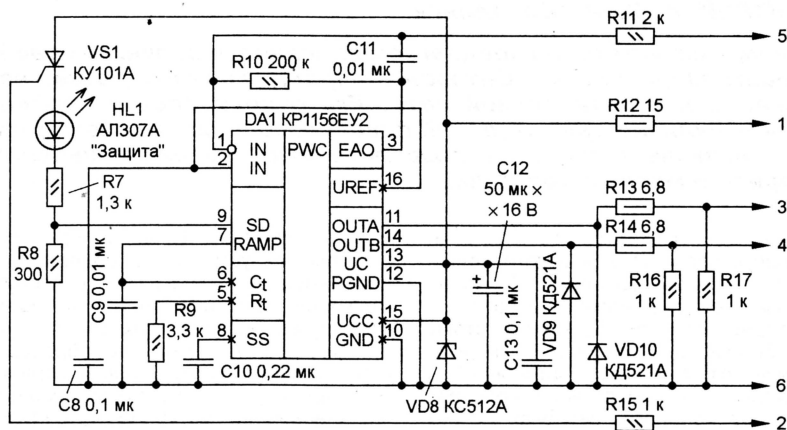


Рис. 2

налом пилообразной формы, формируемый на конденсаторе C9, поступает на вход RAMP микросхемы.

На прямой вход IN усилителя сигнала ошибки (УСО) внутри микросхемы подано напряжение от образцового источника +5 В. Часть выходного напряжения инвертора, выпрямленная диодным мостом VD4—VD7, с резистивного делителя R3—R5 поступает на инвертирующий вход IN УСО. Коэффициент усиления УСО в области низких частот зависит от сопротивления резисторов R10, R11 и равен 100. Конденсатор C11 предназначен для коррекции частотной характеристики усилителя в области

высоких частот по мере его зарядки обеспечивает плавное увеличение длительности рабочего цикла контроллера.

Как видно из основной схемы (см. рис. 1), в случае возникновения перегрузки преобразователя срабатывает токовое реле K1, замыкая контакты геркона K1.1. При этом открывается транзистор VS1, вызывая включение светодиода HL1 “Защита”, а также появление падения напряжения около 2 В на резисторе R8. Это напряжение оказывается приложенным к входу SD контроллера, тем самым переводя его в режим блокировки. Выходы OUTA, OUTB микросхемы DA1 переключаются в высокоимпеданс-



ное состояние, и коммутирующие транзисторы VT1—VT4 закрываются. Для того чтобы после устранения перегрузки вернуть устройство в рабочее состояние, потребуется отключить на некоторое время питание преобразователя.

Параметрический стабилизатор R12VD8 ограничивает напряжение питания контроллера значением 12 В.

**Узел питания драйверов А2** представляет собой маломощный импульсный преобразователь, выполненный по схеме **рис. 3**. На логических элементах DD1.1, DD1.2 собран задающий генератор, вырабатывающий импульсы с частотой следования около 100 кГц. Далее следует делитель частоты на 4, выполненный на триггерах микросхемы DD2. Импульсы с инверсных выходов триггеров DD2.1, DD2.2 и прямого выхода триггера DD2.2 поступают на логические элементы DD1.3 и DD1.4. С выходов этих

соответствующие светодиоды оптопар драйверов (A4—A7). Одновибратор, собранный на триггере DD3.2, предназначен для получения паузы между управляющими импульсами. Наличие такой паузы необходимо, чтобы предотвратить возникновение сквозного тока в плечах транзисторного моста VT5—VT8. Длительность формируемой паузы определяется номиналами элементов C19, R25, R26, и для указанных на схеме она составляет около 1 мс.

**Драйверы А4—А7** управления коммутирующими транзисторами VT5—VT8 низкочастотного инвертора выполнены по идентичным схемам **рис. 5**. Управляющий сигнал подается на драйвер через диодную оптопару U1, обеспечивающую гальваническую развязку от узла управления НЧ инвертором. Далее после усилителя на транзисторе VT13 сигнал поступает на комплементарный выходной каскад VT14VT15, нагруженный

расположения проводников входных и выходных цепей, а также по возможности минимизировать их длину. Печатную плату для этого узла рекомендовано выполнить из двусторонне фольгированного стеклотекстолита, используя фольгу на одной из сторон в качестве общего провода.

Тепловыделяющие элементы VT1—VT4 высокочастотного инвертора, а также трансформатор T1, конденсаторы C1, C2 и демпфирующие элементы VD2, VD3, R1, C3 смонтированы на задней стенке корпуса, изготовленной из сплошной дюралюминиевой пластины размерами 120×120 мм и толщиной 8 мм. Монтаж выполнен медным проводом (шиной) сечением 10 мм<sup>2</sup>. Задняя стенка с наружной стороны снабжена вертикально расположенными ребрами, таким образом, эффективная площадь рабочей поверхности полученного теплоотвода составляет около 600 см<sup>2</sup>. Оставшееся место на задней стенке прибора отведено под клеммы для подключения аккумуляторной батареи и плавкий предохранитель FU1. Транзисторы VT5—VT8 снабжены небольшими тепловодами, площадью около 50 мм<sup>2</sup> каждый.

Вместо указанных на схеме транзисторов IRFZ34N (VT1—VT4) подойдут IRFZ44, BUZ11, КП723А или любые другие MOSFET с индуцированным n-каналом, максимальным током стока не менее 35 А, максимальным напряжением сток—исток не менее 55 В и сопротивлением открытого канала не более 0,04 Ом. Вместо транзисторов IRF820 (VT5—VT8) допустимо использовать IRF830, BUZ90, КП707Б1 или другие соответствующей структуры с максимальным током стока не менее 2 А и максимальным напряжением сток—исток не менее 400 В. Транзисторы KT972А (VT9—VT12) заменимы KT829А или составными KT315+KT815 с любыми буквенными индексами. На месте остальных транзисторов можно использовать любые маломощные биполярные соответствующей структуры.

Диоды КД226Г (VD4—VD7) допустимо заменить КД226Д.

Оксидные конденсаторы C1, C2, C5, C6 — К50-24, К50-27, способные работать в цепях со значительными пульсациями тока. Остальные оксидные конденсаторы, используемые в устройстве, — К50-6, К50-16, К53-14А, неполярные — любые керамические, например, КМ-5, КМ-6, К10-17.

Выключатель Q1 — любой, рассчитанный на номинальный ток не менее 20 А. Токовое реле К1 изготавливают на основе геркона КЭМ-1 или аналогичного с одной парой замыкающих контактов, имеющего возможно меньшее время срабатывания. Геркон помещают в тонкостенную цилиндрическую трубку из немагнитного материала подходящего диаметра. Поверх трубки наматывают обмотку реле, содержащую один-два витка. Точное число витков подбирают при налаживании.

Дроссель L1 выполняют на основе магнитопровода Б28 из феррита М2000НМ. На каркас катушки наматывают обмотку до заполнения проводом ПЭВ-2 0,9. При сборке между частями магнитопровода помещают прокладку из немагнитного материала толщиной 0,1 мм. Индуктивность такого дросселя — около 1 мГн.

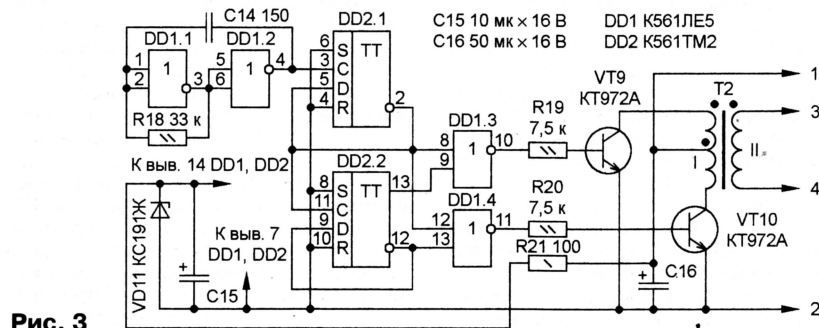


Рис. 3

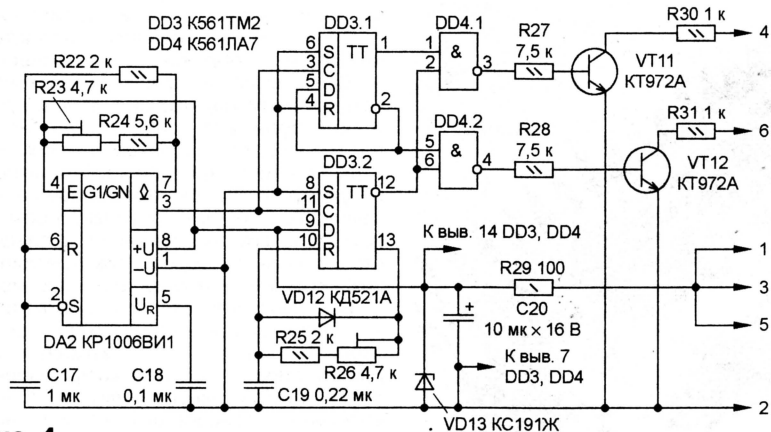


Рис. 4

элементов сформированные управляющие импульсы с частотой следования примерно 25 кГц подаются на транзисторы VT9 и VT10, коммутирующие ток первичной обмотки трансформатора T2.

**Схема узла управления НЧ инвертором А3** показана на **рис. 4**. На интегральном таймере DA2, включенном по типовой схеме, собран задающий генератор. Частоту повторения генерируемых импульсов определяют элементы C17, R23, R24. Для указанных номиналов она составляет 100 Гц. Сигнал с генератора поступает на делитель частоты на 2, собранный на триггере DD3.1, выполняющем функцию формирователя парафазного сигнала. Далее с формирователя импульсы частотой 50 Гц подаются на логические элементы DD4.1, DD4.2, с выходов которых через транзисторы VT11, VT12 поступают на

непосредственно на цепь затвора коммутирующего транзистора VT5. Драйвер питается от маломощного импульсного преобразователя А2 через развязывающий трансформатор T3 и диодный мост VD15 со сглаживающим фильтром C21. Цепь R34VD14 ограничивает максимальное напряжение на затворе полевого транзистора на уровне 15 В.

В авторском варианте преобразователь собран в металлическом корпусе подходящего размера — 200×120×120 мм. Внешний вид устройства показан на **рис. 6**. Все функциональные узлы преобразователя собраны на отдельных печатных платах, за исключением силовых элементов. Особое внимание следует обратить на топологию разводки печатной платы ШИМ-контроллера, стараясь не допускать близкого взаимного



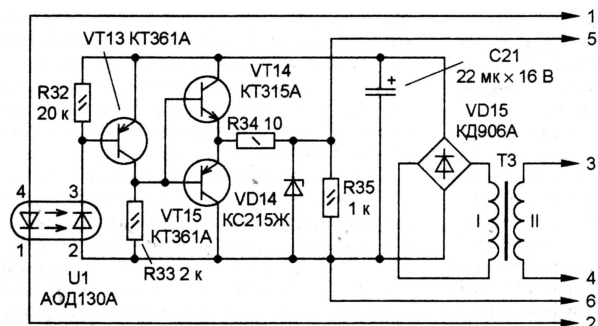


Рис. 5

Трансформатор Т1 наматывают на двух сложенных вместе кольцевых магнитопроводах К65×40×6 из феррита М4000НМ. Обмотка I содержит 2×6 витков из 60 проводников ПЭВ-2 0,35, а обмотка II — 220 витков провода ПЭВ-2 0,9. Перед намоткой острые кромки магнитопровода следует скруглить. Обмотку II наматывают первой, виток к витку. Затем укладывают межобмоточную изоляцию, поверх которой располагают обмотку I. Чтобы уменьшить индуктивность рассеяния, ее наматывают в два провода (в два жгута по 60 проводников) и равномерно распределяют по магнитопроводу. Для первичной обмотки можно использовать жгут, сформированный из медной экранирующей оплетки коаксиального кабеля подходящего (5...7 мм<sup>2</sup>) сечения. Чтобы обеспечить межвитко-

10...15 В с выходным током 5...10 А. С этой целью можно использовать зарядное устройство для автомобильных аккумуляторных батарей, желательно снабженное защитой от перегрузки по выходному току. Высокочастотную и низкочастотную части преобразователя настраивают отдельно.

После сборки высокочастотной части устройства следует убедиться в правильном и качественном монтаже. Затем движок переменного резистора R4 устанавливают в верхнее по схеме положение. Через токоограничивающий резистор сопротивлением 10 Ом и мощностью 5 Вт на устройство подают питание. При этом ток холостого хода не должен превышать 300 мА, а напряжение на выходе выпрямителя VD4—VD7 должно находиться в пределах 190...200 В. Перемещая движок переменного резистора R4,

Каждый трансформатор питания драйвера Т3 (их придется изготовить четыре) наматывают на кольце К20×12×6 из феррита М2000НМ. Обмотки содержат: первичная — 30, вторичная — 40 витков провода ПЭВ-2 0,28. Вторичную обмотку наматывают первой.

Для налаживания преобразователя потребуется источник постоянного напряжения

с сопротивлением около 0,5 Ом и подбирают число витков так, чтобы геркон сработывал при токе примерно 25 А. После этого токовое реле подключают к устройству и налаживают высокочастотную часть, питая ее от аккумуляторной батареи. Постепенно увеличивая мощность подключаемой к выпрямителю VD4—VD7 нагрузки до 200 Вт, контролируют потребляемый ток, выходное напряжение и тепловой режим работы преобразователя. При долговременной работе температура теплоотвода не должна превышать 60 °С. На этом налаживание высокочастотной части устройства можно считать законченной.

Узел питания драйверов и сами драйверы при бесшумном монтаже в налаживании не нуждаются. Налаживание же узла управления НЧ инвертором заключается в установлении частоты тактового генератора (100 Гц) подстроечным резистором R23 и длительности паузы между выходными импульсами (около 1 мс) подстроечным резистором R26. После сборки целиком низкочастотной части преобразователя на ее вход (с учетом полярности) подают постоянное напряжение 10...15 В, контролируя при этом с помощью осциллографа выходное переменное напряжение на резисторе R6. Наблюдаемый выходной сигнал должен быть прямоугольным, симметричным со скважностью 2, без видимых искажений. В случае необходимости производят дополнительную регулировку длительности паузы между полупериодами меандра подстроечным резистором R26. На этом налаживание низкочастотной части преобразователя завершено.

Далее высокочастотную и низкочастотную части подключают друг к другу и контролируют работоспособность преобразователя целиком во всем интервале мощностей, при необходимости регулируя выходное переменное напряжение 220 В переменным резистором R4. Измерять выходное напряжение следует стрелочным прибором, показывающим эффективное (действующее) значение!

В заключение хотелось бы отметить, что предлагаемое устройство легко адаптировать под требуемые выходные характеристики. Подбором коэффициента деления резистивного делителя R3—R5 возможна установка другого выходного напряжения (например, 127 В), а изменением номиналов элементов C17, R24 можно получить другие значения выходной частоты (например, 400 Гц).

## ЛИТЕРАТУРА

1. Володин В. Источник бесперебойного питания. — Радио, 2001, № 5, с. 35—38; № 6, с. 44—46.
2. Гореславцев А. Преобразователи напряжения на микросхеме KP1211EY1. — Радио, 2001, № 5, с. 42, 43.
3. Шелестов И. Радиобиблиотека: полезные схемы, ч. 2. — М.: Солон-Р, 1999.
4. Семенов Б. Силовая электроника для любителей и профессионалов. — М.: Солон-Р, 2001.
5. Микросхемы для импульсных источников питания и их применение. Справочник. — М.: Додэка, 1997.
6. <www.unitrode.com>.

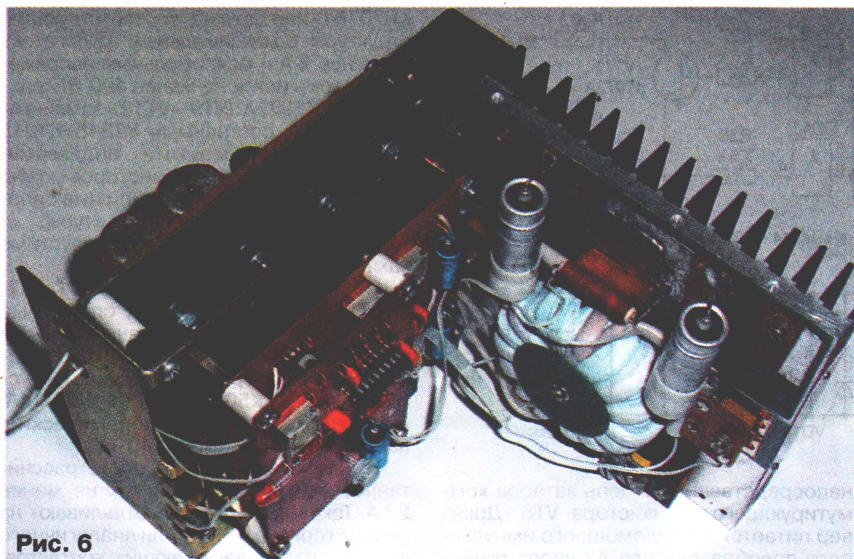


Рис. 6

вую изоляцию, жгут помещают в трубку из изоляционного материала (например, полихлорвиниловую) подходящего диаметра. Среднюю точку первичной обмотки получают, соединяя начало одной полуобмотки с концом другой.

Трансформатор Т2 выполнен на кольце К28×16×9 из феррита М2000НМ. Обмотки содержат: первичная — 2×20, а вторичная — 20 витков провода ПЭВ-2 0,4. Сначала наматывают, как и в трансформаторе Т1, вторичную обмотку, а поверх нее — в два провода — первичную. Соединяя начало одной полуобмотки с концом другой, получают среднюю точку.

добиваются плавного увеличения выходного напряжения до 220 В. Затем токоограничивающий резистор исключают, к выходу выпрямителя подключают нагрузку — лампу накаливания мощностью 40...60 Вт и на устройство подают питание. Контролируя свечение лампы, измеряют потребляемый преобразователем ток, который не должен превышать 4...6 А. Еще раз измеряют напряжение на выходе выпрямителя, оно не должно измениться более чем на 1...2 В, если необходимо, производят более точную регулировку.

Токовое реле налаживают отдельно. Его подключают к аккумуляторной батарее через балластный резистор сопро-



# АВТОМАТ ДЛЯ ДОРАЗЯДКИ Ni-Cd АККУМУЛЯТОРА

Ю. ВИНОГРАДОВ, г. Москва

Как известно, никель-кадмиевые (Ni-Cd) аккумуляторы обладают "памятью": не будучи разряжены до напряжения 1 В, они не могут принять полный заряд. Поэтому в наиболее совершенных зарядных устройствах [1, 2] каждый такой аккумулятор предварительно разряжают до указанного напряжения. Разрядное устройство является также основой измерителей емкости аккумуляторов [3].

На рис. 1 изображена принципиальная схема устройства, разряжающего

тор VT3 включает светодиод HL1 (сигнал окончания разрядки), и на резистор R6 поступает напряжение смещения  $U_{R10} \approx R10(U_{пит} - U_{кз\text{ нас } VT3} - U_{HL1})/R9 \approx 0,08 \text{ В}$ . Таким образом, введенная положительная обратная связь организует гистерезисный режим работы компаратора, который исключает частые его переключения. Конечно,  $U_{R10}$  может быть и меньше (для этого достаточно уменьшить сопротивление резистора R10).

Вместо указанных на схеме KT3102EM (VT1) и KT3107Д (VT3) в устройстве можно применить другие малоомощные транзисторы соответствующей структуры со статическим коэффициентом передачи тока  $h_{21э} \geq 50$ . Несколько жестче требования к транзистору VT2: при  $h_{21э} = 50 \dots 100$  он должен иметь напряжение насыщения  $U_{кз\text{ нас}}$  не более 0,2...0,3 В. При увеличении тока разрядки, возможно, потребуются несколько уменьшить сопротивление резистора R2. Светодиод AL307KM заменим любым другим.

Печатную плату устройства (рис. 2) изготавливают из двусторонне фольгированного стеклотекстолита. Фольгу на стороне деталей используют

мыкий фольгу в непосредственной близости от отверстий под выводы деталей, не подлежащие соединению с общим проводом, необходимо удалить (это можно сделать как травлением, так и зенковкой кромок отверстий после травления).

Налаживание правильно собранного устройства сводится к установке требуемого образцового напряжения на выводе 4 DA1. Удобнее всего это сделать с помощью цифрового вольтметра (нужны и его точность, и высокое входное сопротивление): подключив вольтметр к движку подстроечного резистора R6, устанавливают  $U_{обр} = 1 \text{ В} + U_{R10}$ , если светодиод HL1 горит, или  $U_{обр} = 1 \text{ В}$ , если он не светится. Можно воспользоваться и обычным вольтметром, контролируя им напряжение на разряжаемом аккумуляторе: при  $U_{G1} = 1 \text{ В}$  движок резистора R6 (установленный предварительно в верхнее — по схеме — положение) медленно поворачивают до включения светодиода и оставляют в этой позиции.

Процесс разрядки аккумулятора можно считать законченным уже при первых включениях светодиода HL1 (напряжение на аккумуляторе без нагрузки частично восстанавливается, но лишь до значения  $1 \text{ В} + U_{R10}$ , после чего разрядная цепь включается снова). Непрерывное свечение HL1 свидетельствует о том, что ЭДС аккумулятора не превышает  $1 \text{ В} + U_{R10}$ .

Разрядка аккумулятора, особенно в форсированном режиме, происходит довольно быстро. Поэтому все элементы аккумуляторной батареи (в современной аппаратуре их обычно не более трех-четырех) могут быть разряжены последовательно, один за другим, без большой потери времени.

## ЛИТЕРАТУРА

1. Шамис В. Зарядно-питающее устройство. — Радио, 1992, № 10, с. 18, 19.
2. Деменев М., Королева И. "Интеллектуальное" зарядное устройство. — Радио, 2002, № 1, с. 38, 39, 42.
3. Степанов Б. Измеритель емкости аккумуляторов. — Радио, 2002, № 7, с. 38, 39.

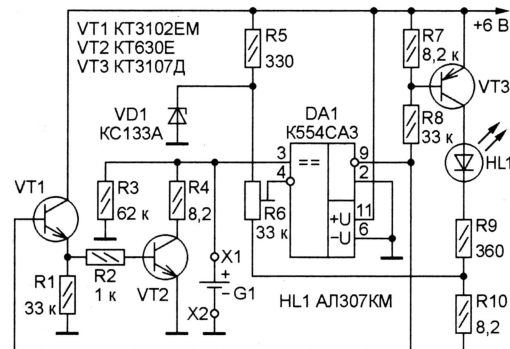


Рис. 1

Ni-Cd аккумулятор емкостью до 2...3 А·ч до напряжения  $U_{G1} = 1 \text{ В}$  в автоматическом режиме. Через резистор R4 и участок коллектор—эмиттер открытого транзистора VT2 аккумулятор разряжается током  $I_{разр} = (U_{G1} - U_{кз\text{ нас } VT2})/R4$  (при напряжении аккумулятора 1,1 В,  $U_{кз\text{ нас } VT2} = 0,3 \text{ В}$  и сопротивлении резистора R4, равном 8,2 Ом — примерно 100 мА). При желании, заменив R4 резистором меньшего сопротивления (и соответственно с большей рассеиваемой мощностью), ток разрядки можно увеличить.

Как видно, напряжение аккумулятора  $U_{G1}$  подведено к неинвертирующему входу компаратора DA1, а на его инвертирующий вход подано образцовое напряжение 1 В с движка подстроечного резистора R6. Пока напряжение аккумулятора превышает  $U_{обр}$  более чем на 40 мВ ( $40 \text{ мВ} \approx U_{пит}/K_{ус}$  — область линейного, "некомпараторного" режима работы K554CA3), выходное напряжение компаратора  $U_{вых}$  практически равно напряжению питания (вывод 9 соединен с открытым коллектором его выходного транзистора, закрытого в этом режиме). Почти такое же напряжение присутствует на эмиттере транзистора VT1, которое создает в базе транзистора VT2 ток  $I_{Б VT2} \approx (U_{вых} - 2U_{ЭБ})/R2 = 4,8 \text{ мА}$ , достаточный для удержания его в режиме глубокого насыщения.

При снижении напряжения аккумулятора до значения  $(U_{G1} + 40 \text{ мВ}) < U_{обр}$  ситуация резко меняется:  $U_{вых}$  становится близким к 0, транзисторы VT1 и VT2 закрываются и разрядка аккумулятора G1 прекращается. Открывшийся транзис-

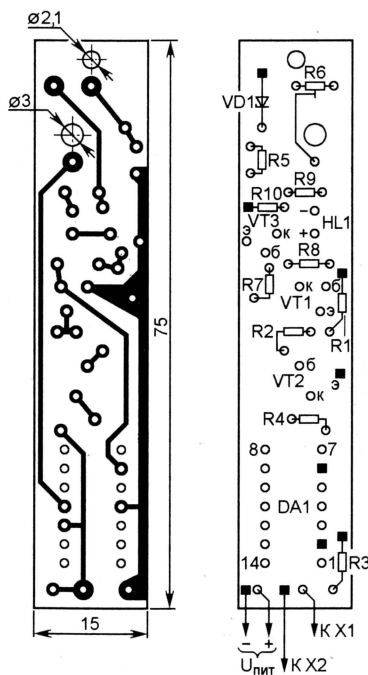


Рис. 2

в качестве общего провода, места припайки к ней выводов деталей и проводов показаны черными квадратами (перед установкой на место выводы 2 и 6 микросхемы DA1 отгибают под прямым углом). Во избежание за-



# ПРИСТАВКА К МУЛЬТИМЕТРУ ДЛЯ ИЗМЕРЕНИЯ ТЕМПЕРАТУРЫ

**В. ЧУДНОВ, г. Раменское Московской обл.**

**Приставку к мультиметру для измерения температуры можно сделать дешевле, а ее наладивание — проще, чем прототип, описанный ранее в "Радио" № 1 за 2002 г.**

Под таким названием в [1] была опубликована статья, в которой описана приставка к цифровому мультиметру М-830В (DT-830В), обеспечивающая дополнительную функцию измерения температуры. Это устройство весьма простое и обладает точностью, достаточной для использования в быту. Самое главное, для него не требуется дополнительного источника питания и дополнительных подключений "внутри" мультиметра — используются штатные разъемы.

Однако, несмотря на явные достоинства устройства, возможны слож-

на изготовление приставки существенно снижаются.

Схема варианта подобного устройства показана на **рис. 1**. За основу взят прототип [1]; изменения коснулись лишь преобразователя полярности и выходного делителя.

На микросхеме DD1 собран генератор импульсов. Собственно преобразователь полярности [2] выполнен на транзисторе VT1, диодах VD1, VD2 и конденсаторах C2, C3. Если на выходе генератора низкий уровень, транзистор VT1 закрыт. Конденсатор C2 заряжается через резистор R4 и диод VD1 до 2,4 В, что соответствует на-

по использовать неполярные, например, КМ-6, C4, C5 — К50-35, C1 — любой керамический. Подстроечные резисторы R7, R9 — СПЗ-38а, остальные — МЛТ. Микросхему К561ЛЕ6 допустимо заменить другой, имеющей в составе не менее двух инверторов или элементов 2И-НЕ, 2ИЛИ-НЕ, например, К561ЛЕ5, К561ЛА7, но потребуются изменения рисунка печатной платы.

Вместо полевого транзистора КП103Е можно использовать КП303И [1], однако его придется подобрать по напряжению отсечки.

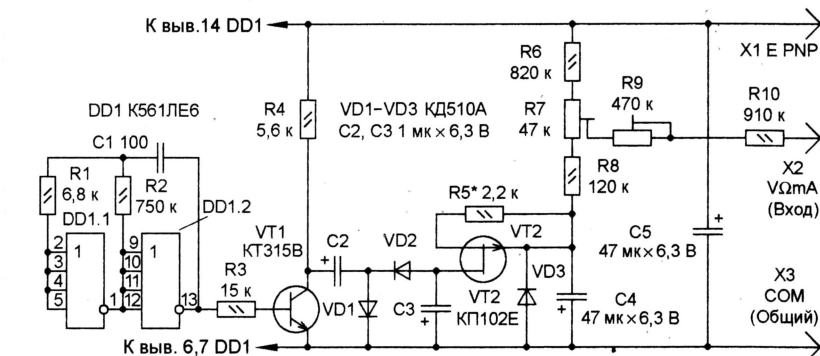
Налаживание приставки начинают с установки тока диода VD3 в пределах 90...110 мкА подбором резистора R5. Затем переключатель мультиметра устанавливают в положение 200 мВ и, поместив температурный датчик — диод VD3 — в тающий снег или лед, резистором R7 устанавливают нулевые показания индикатора. Выводы диода при этом должны быть надежно защищены от попадания воды.

После этого при некоторой плюсовой температуре (чем выше температура, тем точнее будет градуировка) временно перемычкой замыкают резисторы R9, R10 и запоминают показания прибора. После снятия перемычки резистором R9 устанавливают значение температуры, вдвое меньшее считанного ранее показания. Линейность изменения напряжения на р-п переходе температурного датчика при фиксированном токе через него позволяет исключить процесс градуировки. На этом наладивание завершено. Прибор готов к работе.

Если датчик предполагают использовать на значительном расстоянии, его следует соединить с платой витой парой проводников.

## ЛИТЕРАТУРА

1. Бирюков С. Приставка к мультиметру для измерения температуры. — Радио, 2002, № 1, с. 54, 55.
2. Источник отрицательной полярности (ЗР). — Радио, 1997, № 4, с. 55.
3. Афонский А., Кудреватых Е., Плешкова Т. Малогабаритный мультиметр М-830В. — Радио, 2001, № 9, с. 25—27.



**Рис. 1**

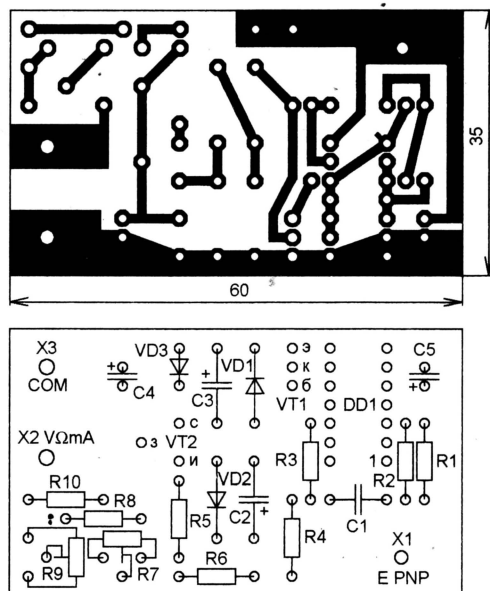
ности с приобретением микросхемы KP1168EP1 или ее аналога ICL7660 для преобразователя полярности. В таком случае подобный преобразователь легко собрать на распространенной КМОП-микросхеме. При этом затраты

пряжению питания за вычетом падения на открытом диоде. Когда на выходе генератора низкий уровень сменился высоким, транзистор откроется. Конденсатор C2 начнет разряжаться через диод VD2 и участок коллектор—эмиттер транзистора VT1, заряжая конденсатор C3 до напряжения 1,5...1,6 В. Точное преобразование полярности напряжения не требуется, поскольку ток датчика температуры — диода VD3 — задан стабилизатором тока на полевом транзисторе VT2. Важно, чтобы его напряжение отсечки на несколько десятых долей вольта было меньше напряжения на конденсаторе C3.

Последовательно с входным сопротивлением мультиметра (1...1,2 МОм для режима измерения постоянного напряжения на пределе 200 мВ [3]) включены резисторы R9, R10, образующие с ним резистивный делитель напряжения 1:2.

Приставка собрана на плате из односторонне фольгированного стеклотекстолита, чертёж которой показан на **рис. 2**.

В устройстве применены конденсаторы следующих типов: C2, C3 — К53-1А, но мож-



**Рис. 2**



# ЩУП—ДЕЛИТЕЛЬ НАПРЯЖЕНИЯ ДЛЯ ЦИФРОВОГО МУЛЬТИМЕТРА

А. БУТОВ, с. Курба Ярославской области

Большинство цифровых мультиметров рассчитаны на измерение постоянного и переменного напряжений не более чем до 1000 В. Для мультиметра М890С+ с входным сопротивлением 10 МОм (на всех диапазонах измерения постоянного и переменного напряжений) автором был разработан и изготовлен высоковольтный щуп—делитель 1:10, который увеличивает входное сопротивление прибора до 100 МОм и повышает предел измеряемого постоянного напряжения до 10 кВ. Переменное напряжение синусоидальной формы прибор с делителем измеряет до 7,5 кВ с точностью до  $\pm 5\%$ . Входной ток при изменении постоянного напряжения 1000 В — около 10 мкА, а для 15 В — всего лишь 0,15 мкА. Рассеиваемая мощность на всех резисторах щупа при измерении напряжения 10 кВ не превышает 1 Вт.

Схема щупа—делителя приведена на рис. 1. В качестве резисторов R1—R3 использованы высоковольтные резисторы КЭВ-1 номиналом 33 МОм из блоков разверток от устаревших цветных ламповых телевизоров УЛПЦТ-59/61.

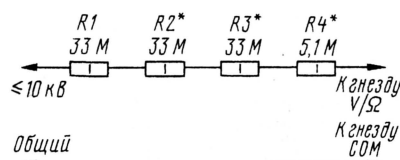


Рис. 1

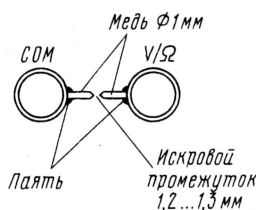


Рис. 2

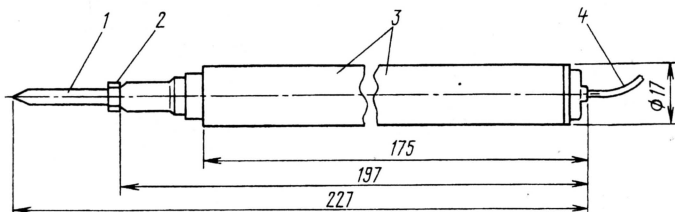


Рис. 3

Чтобы получить коэффициент деления напряжения, равный 10, щуп должен иметь сопротивление около 90 МОм. Сопротивление большинства из проверенных автором резисторов КЭВ-1 номиналом 33 МОм  $\pm 20\%$  оказалось менее 30 МОм, поэтому подбор резисторов для получения нужного сопротивления щупа трудностей не вызвал. Резистором R4 (например, МЛТ-1) производится окончательная доводка щупа.

Для исключения вероятности повреждения цифрового мультиметра вы-

соким входным напряжением его необходимо оснастить воздушным разрядником, как показано на рис. 2. К гнездам "COM" и "V/—" подпаивают два небольших отрезка толстой медной проволоки с заточенными и направленными навстречу концами. Расстояние между остриями проводов — 1,2...1,3 мм.

Примерная конструкция высоковольтного щупа показана на рис. 3. Игла 1 щупа фиксируется гайкой 2 в корпусе 3. Гибкий кабель 4, соединяющий резистор R4 с мультиметром, как и общий провод с зажимом типа "крокодил", выполнен проводом в прочной изоляции. В качестве корпуса автор использовал два склеенных горячим способом маркера, один из которых был укорочен на 25 мм. Можно использовать любую другую подходящую трубку из полистирола или полиэтилена с толщиной стенки 1,5...2 мм.

Гибкие выводы резисторов обкусывают, оставшиеся металлические наконечники зачищают от краски на наждачном круге или бумаге. Резисторы соединяют между собой встык большим количеством припоя. Пайка должна быть аккуратной и гладкой.

Перед установкой резисторов в корпус щупа их желательно обмотать несколькими слоями тонкой фторопластовой пленки. Можно использовать пленку из конденсаторов от вышедших из строя умножителей напряжения УН8,5/25-1,2.

Для мультиметра М830В, имеющего при измерении постоянного напряжения входное сопротивление 1 МОм, был изготовлен аналогичный щуп с сопротивлением 9 МОм, состоящий из девяти подобранных резисторов МЛТ-2 по 0,91—1 МОм. Однако, если с этим делителем измерять напряжение 10 кВ, на резисторах щупа будет рассеиваться мощность около 10 Вт, что в большинстве случаев недопустимо для измеряемой цепи. Поэтому щуп—

делитель на 10 для мультиметров с входным сопротивлением 1 МОм наиболее целесообразно использовать лишь для увеличения его входного сопротивления.

Если в предложенном щупе повысить общее сопротивление до 99 МОм, то с мультиметром М830В образуется делитель 1:100 и предел измеряемого напряжения возрастет до 10 кВ. Показания прибора в этом случае следует умножать на 100.

**Внимание! При измерении высокого напряжения необходимо выполнять соответствующие требования электробезопасности. Во время измерения не следует касаться шасси и общего провода измеряемого устройства!**



# МНОГОКАНАЛЬНЫЕ ОХРАННО-СИГНАЛЬНЫЕ УСТРОЙСТВА

Р. УШАКОВ, г. Зеленогорск Красноярского края

**В статье предлагается описание двух относительно простых, надежных и недорогих охранно-сигнальных автономных устройств на 10 и 15 линий блокировки.**

Предлагаемые устройства отличаются простотой, поэтому их могут изготовить радиолюбители средней квалификации. Число линий блокировки в первом варианте устройства может быть любым, в зависимости от числа линейных ячеек (для примера взято значение 10), а во втором — до 15. Сопротивление шлейфа — 0...2 кОм (первый вариант) и 0...1 кОм (второй). Потребляемая мощность — 4 и 3,5 Вт соответственно. Время реакции на разрыв линии — около 200 мс.

Схема первого варианта прибора показана на рис. 1. Для контроля линии блокировки (далее ЛБ) предназначена линейная ячейка, обведенная на схеме

пряжением, подаваемое в ЛБ, существенно повышает помехоустойчивость устройства. Чтобы произошло переключение микросхемы, амплитуда помехи, наводимой в ЛБ, должна быть не менее 20 В. Это маловероятно даже в условиях промышленного предприятия.

В показанном на схеме положении тумблера SA1 объект снят с охраны, так как контактами SA1.2 ко входу линейной ячейки подключен диод VD1, служащий эквивалентом ЛБ. На входах элемента DD1.1 — низкий уровень, на выходе DD1.3 — высокий, светодиод HL1 не излучает. Для взятия объекта под охрану нужно переключить тумблер SA1 в поло-

поступает на вывод 1 элемента DD11.1 и разрешает работу генератора импульсов звуковой частоты, собранного на элементе микросхем DD11 и DD12. Элементы DD11.4 и DD12.4 включены параллельно, и их выходы нагружены на телефонный капсюль HA1. Дополнительные световые и звуковые сигналы включаются с помощью реле K1. Контакты реле на схеме не показаны.

Для контроля исправности линейных ячеек служит кнопка SB1, контакты которой разрывают цепь 20 В. Это вызывает одновременное зажигание всех светодиодов независимо от состояния ЛБ и тумблеров SA1—SA10.

Блок питания собран по типовой схеме и особенностей не имеет. Реле K1 питается нестабилизированным напряжением.

Все резисторы — МЛТ-0,125. Оксидные конденсаторы — К50-16, К50-35, конденсаторы C14, C15 — К73-17 на рабочее напряжение 400 В. Реле K1 — РЭС-9, паспорт PC4.529.029.02 или другое на напряжение срабатывания 7...8 В. Тумблеры — ТП1-2, можно также применить П2К. Телефонный капсюль

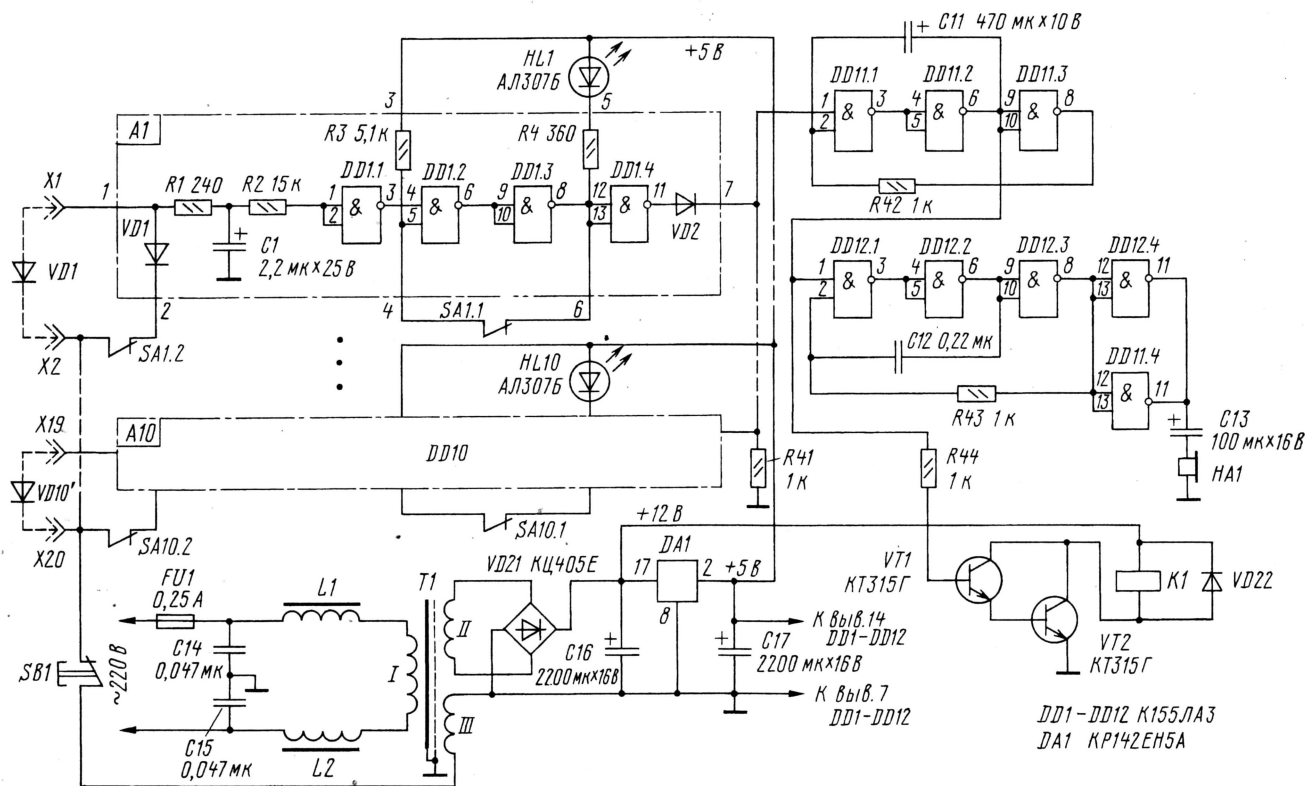


Рис. 1

штрихпунктирной линией. Все остальные ячейки идентичны, поэтому число ячеек в принципе не ограничено и определяется только потребностями и конструктивными соображениями.

От обмотки III трансформатора T1 в ЛБ подается переменное напряжение около 20 В. Диодом, установленным в конце ЛБ и являющимся элементом секретности, ток выпрямляется и в отрицательной полярности (при разомкнутых контактах тумблера SA1.2) через фильтр R1C1R2 поступает на входы элемента DD1.1. Относительно высокое на-

пряжение, подаваемое в ЛБ, существенно повышает помехоустойчивость устройства. Чтобы произошло переключение микросхемы, амплитуда помехи, наводимой в ЛБ, должна быть не менее 20 В. Это маловероятно даже в условиях промышленного предприятия.

Высокий уровень с выхода элемента DD1.4 через развязывающий диод VD2

HA1 — ТК-67. Трансформатор T1 намотан на магнитопроводе ШЛ16×20. Первичная обмотка содержит 3700 витков провода ПЭВ 0,1. Обмотка II имеет 138 витков провода ПЭВ 0,5. Обмотка III содержит 346 витков провода ПЭЛ 0,1. Поверх первичной обмотки уложен электростатический экран в виде незамкнутого витка медной фольги, который соединяют с общим проводом. Между обмотками и экраном необходимо проложить 2—3 слоя бумаги или лакоткани. Если нет фольги, можно намотать один слой провода диаметром 0,3...0,5 мм.



При этом один конец соединяют с общим проводом, а второй — изолируют.

Во втором варианте охранно-сигнального устройства использована с некоторыми изменениями идея, описанная в статье С. Бирюкова "Квазисенсорные переключатели и клавиатуры с динамическим опросом" («Радиолюбитель», 1986, с. 112), позволяющая с малыми аппаратными затратами осуществлять контроль за 15-ю и более ЛБ. Идея состоит в том, чтобы с помощью мультиплексора сканировать состояние линий блокировки.

Схема второго варианта показана на рис. 2. Генератор тактовых импульсов, необходимый для работы счетчика и мультиплексора, собран на двух элементах "ИСКЛЮЧАЮЩЕЕ ИЛИ" — DD4.1 и DD4.2. Импульсы с выхода генератора поступают на вход C1 счетчика DD1. Его выходы соединены с адресными входами мультиплексора DD2. Эти же импульсы стробируют мультиплексор по входу S для четкого определения номера ЛБ, подавшей сигнал тревоги.

роятность ложных срабатываний из-за воздействия импульсных помех.

Пока все ЛБ исправны, на входах D мультиплексора DD2 присутствует низкий уровень, а на выходе — высокий. Высокий уровень на выходе элемента DD5.2 разрешает работу генератора. При размыкании какой-либо ЛБ на соответствующем входе DD2 появляется высокий уровень, а на выходе — низкий. Через цепь подавления дрейфа R18C31DD5.1DD5.2 сигнал поступает на вход 5 элемента DD4.2. Низкий уровень на этом входе запрещает работу генератора, и на выходе счетчика DD1 фиксируется код адреса неисправной ЛБ. Этот код передается на микросхему DD3, служащую элементом памяти. Запись кода в нее производится высоким уровнем с выхода элемента DD5.3. С выходов микросхемы DD3 этот адрес передается на входы дешифратора DD8, и на соответствующем его выходе появляется низкий уровень. Зажигается светодиод, индицирующий номер ЛБ.

тревоги) установкой соответствующего тумблера SA1—SA15 в положение "ВЫКЛ". Своими контактами он шунтирует линию, подавая низкий уровень на соответствующий вход мультиплексора. Последний вновь переходит на сканирование ЛБ, восстанавливает режим охраны. Разумеется, это недостаток данной системы. Но как показала практика, дежурный персонал, стремясь поскорее избавиться от тревожных сигналов, тут же производит необходимые переключения. После отключения неисправной ЛБ сигналы тревоги продолжают звучать, а светодиод мигает.

Для сброса сигнализации и возврата устройства в исходное состояние нужно нажать кнопку "СБРОС". Ее контакты SB1.2 переключают триггер DD6 в нулевое состояние, и генераторы прекращают работу. Контакты SB1.1 переводят дешифратор на нулевой адрес. Загорается светодиод HL1 зеленого цвета, сигнализируя установление режима охраны.

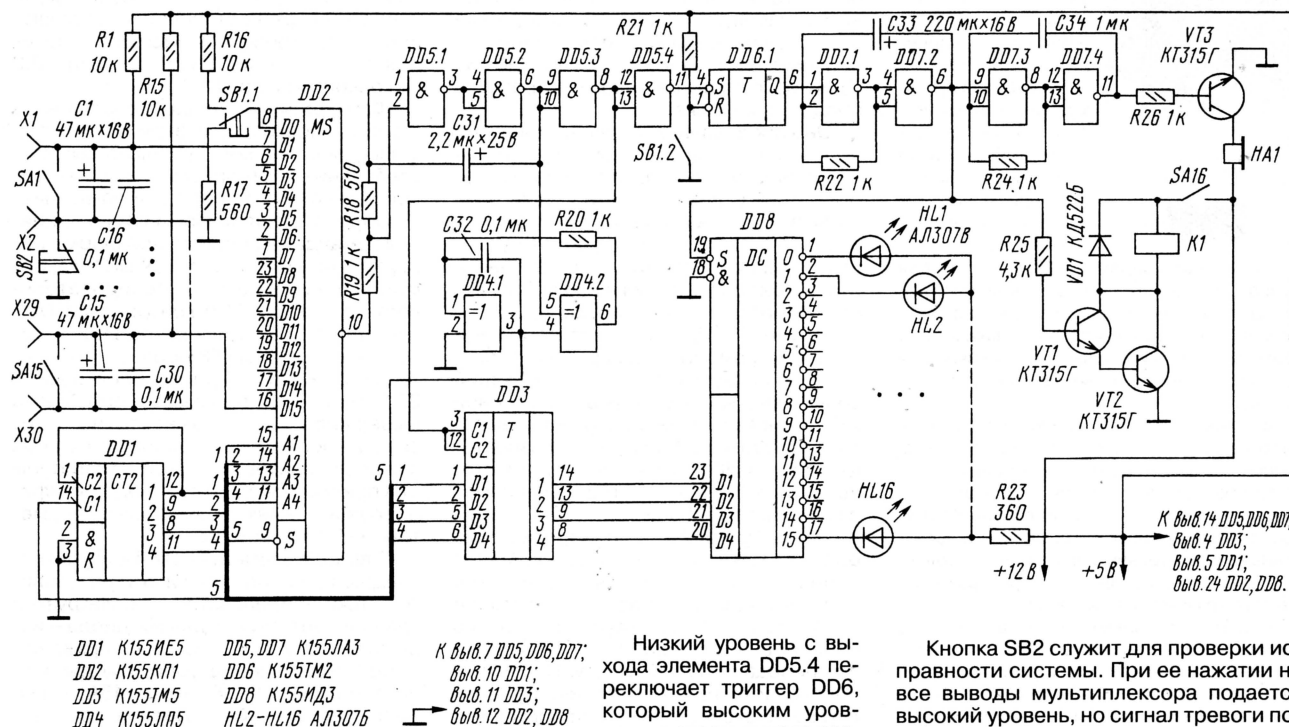


Рис. 2

Резисторы R1—R15 и сопротивление линий блокировки образуют делители, к которым присоединены входы мультиплексора. При замкнутой ЛБ напряжение на входе мультиплексора не должно превышать напряжения логического нуля. Если сопротивление ЛБ порядка 1 кОм, сопротивление верхнего плеча делителя должно быть не менее 10 кОм. Однако оказалось, что увеличение сопротивления верхних плеч приводит к неустойчивой работе мультиплексора. Автором экспериментально найдено, что включение на выходе мультиплексора дополнительного резистора R19 решает проблему вполне удовлетворительно.

Оксидные и керамические конденсаторы, шунтирующие ЛБ, уменьшают ве-

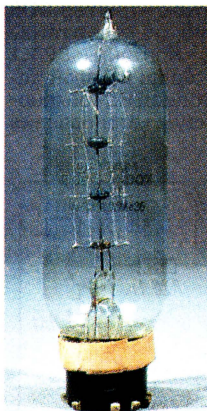
на элементах DD7.1 и DD7.2. Импульсы с частотой около 1 Гц подаются на разрешающий вход S дешифратора DD8, поэтому светодиод мигает с этой частотой. Сигнал с выхода DD7.2 подается также на транзисторы VT1 и VT2, включающие реле K1. Его контакты (на схеме не показаны) управляют звонком громкого боя и сигнальной лампой, установленными вне помещения. Генератор на элементах DD7.3, DD7.4 предназначен для выдачи прерывистого звукового сигнала.

Так как при выдаче сигнала тревоги с какой-либо ЛБ сканирование остальных ЛБ прекращается, для возобновления режима охраны на остальных линиях блокировки необходимо отключить разорванную датчиком ЛБ. Это можно сделать (сразу после получения сигнала



## БАРЕТТЕР И УРДОКС

В первой половине прошлого века были разработаны и широко применялись два необычных на современный взгляд элемента — **бареттер** и **урдокс**. Конструкция бареттера очень напоминает устройство обычной электрической лампы накаливания. Нить изготовлена из тонкой железной проволоки и помещена в атмосферу водорода. Сопротивление нити быстро возрастает при нагреве ее током, поэтому возрастает и падение напряжения на ней. В результате происходит стабилизация тока в цепи с последовательно включенным бареттером.



В старинных радиоприемниках довольно часто использовали бестрансформаторное питание от сети постоянного или переменного тока. Нити накала всех ламп и бареттер соединяли последовательно и подключали прямо к сети напряжением 110 или 117 В. Бареттер обеспечивал стабильный ток накала при значительных колебаниях напряжения в сети.

Свойствами бареттера обладает любая лампа накаливания — сопротивление ее нити при комнатной температуре раз в 10 меньше, чем при номинальном накале. Это свойство можно использовать и сейчас для создания очень простых генераторов стабильного тока.

В приемниках с бестрансформаторным питанием возникала и еще одна проблема: в момент включения, когда нити накала еще не прогрелись, импульсы тока достигали больших значений и часто «пережигал» их. Кстати, проблема существует до сих пор — обыкновенные осветительные лампы, не говоря уж о лампах елочных гирлянд, перегорают чаще всего в момент включения.

Решить проблему помогал урдокс (Urdox), встроенный в бареттер. Его конструкция напоминает резистор, но проводящий слой сделан из материала, резко уменьшающего сопротивление при нагреве. В момент включения сопротивление урдокса велико и все напряжение сети оказывается приложенным именно к нему, спасая лампы. Выделяющееся тепло разогревает урдокс, его сопротивление падает, в то время как сопротивление нитей накала растет и напряжение перераспределяется — большая его часть падает на лампах и бареттере, а меньшая — на урдоксе. Через несколько секунд лампы накаляются нормально, а урдокс потребляет лишь небольшую мощность.

Надо заметить, что элементы, аналогичные урдоксу, применяются и сейчас, например, для ограничения пускового тока в бестрансформаторных источниках питания. Это терморезисторы с отрицательным температурным коэффициентом сопротивления (ТКС). При нагреве их сопротивление уменьшается в десятки раз.

Рисунок с сайта <http://info.uibk.ac.at>.

# УСТРОЙСТВО БЕСПРОВОДНОГО ДИСТАНЦИОННОГО УПРАВЛЕНИЯ «ЦИКЛОП»

Д. БЕСПЯТЫХ, А. КОЛЕСНИКОВ, г. Первоуральск Свердловской обл.

**Бывают ситуации, когда нужно управлять аппаратурой (телевизорами, видеоманитофонами) по определенной программе без участия оператора. Это может понадобиться, например, в системах видеонаблюдения. Обычные универсальные запоминающие пульты для радиоаппаратуры здесь малоприменимы, так как требуется определенная последовательность действий, которая зависит от внешнего управляющего сигнала. Предлагаемое устройство выполняет эту задачу.**

В последнее время круг бытовой видеоаппаратуры (телевизор, видеоманитон) пополнился новыми приборами — дверными видеоглазками, телекамерами наблюдения за территорией или объектом и пр. Отсюда вытекает необходимость в устройстве, способном управлять по заданной программе включением — выключением приборов, причем желательно без их переделки. Один из вариантов такого устройства представлен ниже.

Оно предназначено для дистанционного управления бытовой теле- и видеоаппаратурой в составе систем наблюдения. С помощью этого устройства можно автоматически включать телевизор и видеоманитон, это упрощит использование видеоглазка и скрытых камер, а также избавит от необходимости приобретать монитор.

«ЦИКЛОП» представляет собой небольшой прибор с цифровым табло, тремя кнопками управления, имеющий сбоку окно ИК приемника и выносной ИК излучатель. Прибор можно разместить в любом удобном для пользователя месте, а ИК излучатель крепят к стене или мебели напротив телевизора и видеоманитона.

Схема устройства изображена на рис. 1. Начнем с краткого описания принципа передачи команд пультов дистанционного управления бытовой аппаратуры. Существует несколько способов кодирования информации для передачи по ИК каналу. Первый — высокочастотная модуляция. Сравнительно низкочастотной информационной посылкой модулируют несущую частоту, близкую к 43,5 кГц. Это позволяет отвязаться от постоянной составляющей инфракрасного фона помещения. Второй способ — команду представляющую в виде кода «МАНЧЕСТЕР», который не имеет продолжительных нулевых или единичных состояний и поэтому хорошо защищен от помехи. Некоторые производители для более экономного расходования ресурса батареи питания пульта ДУ применяют способ однократной передачи кода. При нажатии на клавишу пульта сначала передается посылка с кодом команды, а затем следуют относительно короткие посылки с кодом удержания нажатой клавиши.

Задача устройства — принять и декодировать команды, записать их энергонезависимую память, а затем, получив сигнал извне, транслировать эти

команды в определенной последовательности. Качество работы во многом зависит от точности приема команд.

Модуль BL1 — стандартный однокристалльный фотоприемник от цветного телевизора — предназначен для ввода команд с пульта ДУ. С выхода модуля очищенная от постоянной составляющей инвертированная цифровая последовательность поступает на вход P3.2 микроконтроллера DD1.

Фотоприемник лучше использовать готовый, поскольку в этом устройстве к нему предъявлены довольно высокие требования. Фотоприемники разных типов сейчас есть в продаже в магазинах.

Обработанная информация о принятых командах в специальной форме поступает на хранение в ПЗУ DS1. Сформированная кодовая последовательность с выхода P1.0 контроллера DD1 поступает на вход элемента DD2.4, который в паре с DD2.3 образует генератор импульсов с периодом повторения 27,2 мкс. Этот параметр необходимо выдерживать как можно точнее, поскольку большинство однокристалльных фотоприемников, бытовой аппаратуры для приема команд с пультов ДУ унифицированы и имеют одинаковые параметры несущей частоты.

С выхода элемента DD2.4 кодовая последовательность поступает на усилитель тока — транзистор VT2. Нагрузкой транзистора служат два ИК диода — излучателя B11 и B12. Они и управляют самой видеоаппаратурой. Диоды разного типа — АЛ156А и АЛ145А — выбраны не случайно. Дело в том, что длина волны излучения пультов СДУ разной теле- и видеоаппаратуры у разных производителей может различаться. Поэтому использованы два разных диода, чтобы получить более широкий спектр излучения. Если мощности не хватает (такое бывает, когда аппаратура расположена в разных местах), можно увеличить число светодиодов, подобрав резистор R15.

Устройство «ЦИКЛОП» имеет два универсальных входа. Вход 1 — с гальванической развязкой на оптроне U1 — рассчитан на входное постоянное напряжение 12 В, но если его подключить через гасящий конденсатор, то можно работать и от сети ~220 В (например, подключить квартирный звонок). Вход 2 — это вход триггера Шмитта, собранного на транзисторе VT1 и элементе DD2.2.



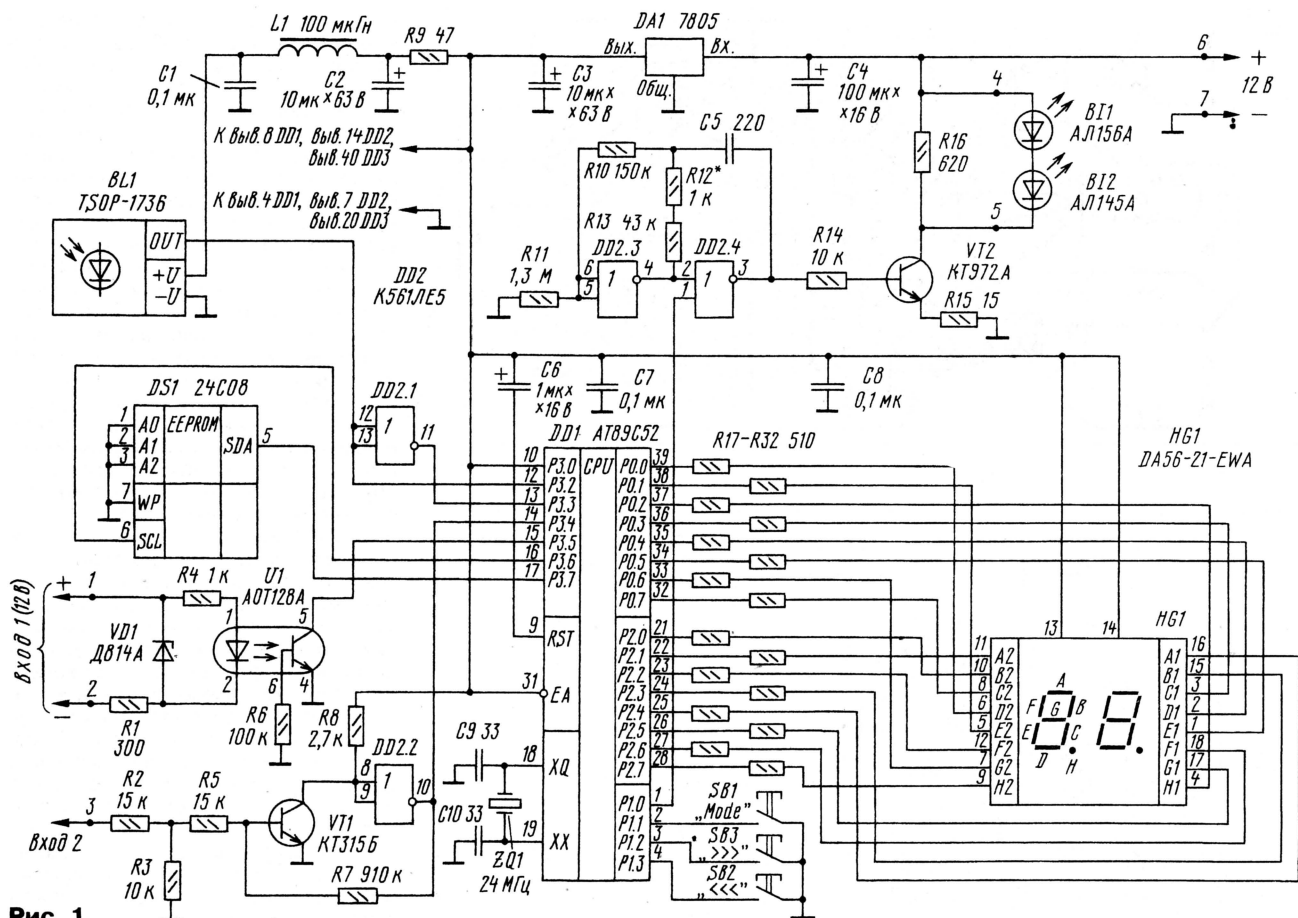


Рис. 1

На этот вход можно подавать и 12 В, и какой-либо аналоговый сигнал с микрофонного усилителя или аудиодомофона.

Сигналы с обоих входов проходят через цифровой фильтр, коэффициент передачи которого устанавливают программно. Оба входа способны срабатывать от любого фронта импульса, что позволяет использовать устройство с различными датчиками.

Устройство собрано на печатной плате (рис. 2) из односторонне фольгированного стеклотекстолита толщиной 1,5 мм. Резисторы R17—R32 — P1-12 или другие для поверхностного монтажа (их припаивают к печатной плате со стороны проводников). Если резисторов для поверхностного монтажа нет, можно просверлить отверстия и установить вертикально обычные МЛТ 0,125. Цифровой светодиодный индикатор HG1 (фирмы King Bright) припаивают к плате со стороны печати поверх резисторов R23, R24, R31, R32. Кроме того, он расположен точками вверх. Кнопки управления также расположены со стороны печати. Стабилизатор DA1 привинчен к плате, фольга под ним выполняет функцию тепловода.

Программа написана с учетом того, что частота задающего генератора — 24 МГц. Можно, кстати, использовать кварцевый резонатор на другую частоту — от 10 МГц и более. ИК фотоприемник BL1 — от телевизоров и видеоманитонов Funai, Samsung, LG. Дроссель L1 — ДМ-0,1. Микроконтроллер

DD1 (фирмы ATMEL) установлен в припаянную к плате панель.

При программировании устройства соединительные проводники должны быть возможно короче, чтобы уменьшить влияние наводок. Окно фотоприемника желательно закрыть светофильтром, пропускающим только ИК лучи. Пульт дистанционного управления следует разместить на расстоянии 10...60 см от устройства. В память устройства заносят команды с пульта управления телевизором или магнитофона. По команде с внешнего датчика кнопки звонка устройство выполнит заданную программу: включит или выключит телевизор и видеоманитон.

На панели управления расположены три кнопки и дисплей. Кнопками пользователь может выбирать разные варианты работы. Память устройства разбита на 16 разделов (программ), каждая из которых может состоять из 16-ти шагов (команд управления аппаратурой).

Для нормальной и эффективной работы устройства в системе видеонаблюдения необходимо правильно ввести программу в память. Чтобы лучше понять принцип программирования, рассмотрим пример. Допустим, по звонку в дверь требуется включить телевизор на 15 с, после чего выключить, а видеоманитон включить на запись в течение 30 с и затем тоже выключить. Поскольку некоторые телевизоры не сразу после включения способны воспринимать команды с пульта ДУ, надо

выдержать паузу в 5 с перед включением видеовхода телевизора (AV), к которому подключен видеоглазок.

Представим себе, как можно выполнить эти операции с помощью пультов телевизора и видеоманитона.

1. Нажать на кнопку POWER на пульте телевизора.
2. Выждать 5 с и нажать на кнопку AV in на пульте телевизора.
3. Нажать на кнопку POWER на пульте видеоманитона.
4. Нажать на кнопку AV input на пульте видеоманитона.
5. Нажать на кнопку записи REC на пульте видеоманитона.
6. Выждать 15 с и нажать на кнопку выключения на пульте телевизора.
7. Выждать еще 15 с и нажать на кнопку выключения на пульте видеоманитона.

А теперь попробуем перевести этот алгоритм управления в программу для устройства «ЦИКЛОП».

1. Нажать на кнопку POWER на пульте телевизора.
2. Нажать на кнопку POWER на пульте видеоманитона.
3. Нажать на кнопку AV input на пульте видеоманитона.
4. Нажать на кнопку REC на пульте видеоманитона.

На выполнение каждой команды устройству требуется 1 с. Следовательно, уже есть небольшая пауза (3 с) для телевизора во время выполнения команд для видеоманитона.



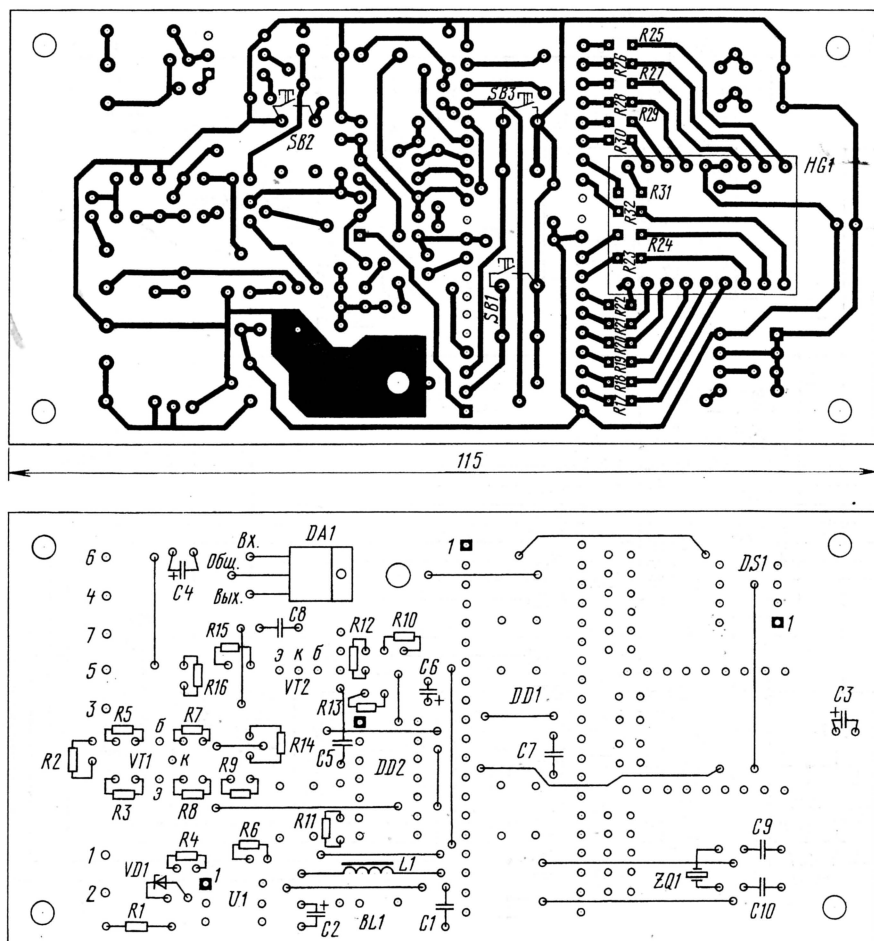


Рис. 2

5. Выждать 2 с и нажать на кнопку AV in на пульте телевизора.

6. Выждать 15 с и нажать на кнопку выключения на пульте телевизора.

7. Выждать еще 14 с и нажать на кнопку выключения на пульте видеоманитона.

Следует очень внимательно относиться к составлению программы. Рассмотренный пример не учитывает всех особенностей работы системы наблюдения, да и бытовая аппаратура часто работает по разным алгоритмам, с разным временем реакции.

В устройстве предусмотрено пять режимов работы.

### РЕЖИМ "PROGRAM" — ПРОГРАММИРОВАНИЕ

Режим "PROGRAM" включают нажатием на кнопку SB1 "Mode". Дисплей высветит '00 (точка, стоящая впереди, указывает на включение программирования). Если программы уже были введены и какую-то из них надо откорректировать, ее выбирают кнопками SB2 "<<<<" или SB3 ">>>>".

Символ в первом знакоместе таблицы — номер набираемой программы в шестнадцатичном коде (0 — первая, F — шестнадцатая), а во втором — порядковый номер шага (команды) в программе, также в шестнадцатичном коде.

Обращаем внимание на тип исполь-

зуемого пульта управления. Дело в том, что в системах ДУ используют несколько видов команд. Отличий в работе с телевизором или видеоманитоном может быть совершенно не видно, однако в устройство «ЦИКЛОП» эти команды вводятся по-разному. Для простых команд (без энергосбережения) все просто: одно нажатие — одна команда. При вводе команд другого вида нужно будет сделать три нажатия на одну и ту же кнопку пульта, чтобы «ЦИКЛОП» понял переданную команду. Разницу будет видно сразу по работе устройства. Пока команда достоверно не определена, перехода на следующий шаг не будет!

Определив команду, устройство переходит на следующий шаг программирования — номер на дисплее увеличится на единицу. Сейчас можно ввести в программу время паузы между командами или следующую команду. Время паузы набирают кнопками "<<<<" или ">>>>", его можно изменять от 1 до 256 с. Каждое нажатие добавляет задержку на 1 с, общее время в секундах дисплей показывает в шестнадцатичном коде. После каждого нажатия на эти кнопки дисплей в течение приблизительно одной секунды индицирует длительность задержки, которая будет выполнена ПОСЛЕ только что заданной команды. По умолчанию она имеет минимально возможное значение — 1 с.

После задания всех шагов программы нажатием на кнопку SB1 "Mode"

можно прервать программирование и кнопками SB2 и SB3 выбрать для ввода следующую программу. Второе нажатие на кнопку "Mode" вызовет переход устройства в режим "WORK" (об этом будет сказано ниже).

Если при программировании вводится команда, уже введенная ранее, ей не отводится отдельное место в памяти, а в программу помещается лишь ее номер. Различить первичное и повторное введение какой-либо команды можно следующим образом: при первичном вводе, когда устройство не идентифицирует ее ни с одной из команд, уже имеющихся в памяти, на индикаторе появляется точка во втором знакоместе дисплея ('0'0) и остается до отпускания кнопки пульта; в том же случае, если вводимую команду устройство находит среди уже сохраненных в памяти, точка во втором знакоместе не появляется.

Эту особенность удобно использовать для определения достоверности захвата кода устройством. Если вы многократно вводите одну и ту же команду и все попытки или некоторые из них, кроме первой, сопровождаются появлением точки во втором знакоместе, значит, код определяется неуверенно. Следует подобрать расстояние между устройством и пультом либо избавиться от излишнего инфракрасного фона в квартире (скажем, задернуть шторы, если на дворе ярко светит солнце).

Здесь стоит заметить, что иногда встречаются пульты, которые при нажатии на одну и ту же кнопку дважды генерируют коды, слегка отличающиеся один от другого. Например, пульт одного из телевизоров фирмы SAMSUNG при каждом нечетном нажатии давал последний бит равным единице, тогда как при каждом четном этот бит был равен нулю. На работе устройства эта особенность не сказывается.

### РЕЖИМ "TEST"

Режим "TEST" предназначен для отладки и проверки программы. Он состоит из двух разделов: проверки команд и программ. Войти в эти режимы можно из режима программирования.

При нажатии одновременно на кнопки SB2 и SB1 дисплей покажет L0. Символ L означает проверку команды, а цифра 0 указывает ее номер — первый. Выбрать проверяемую команду можно кнопками SB2 и SB3. При нажатии на кнопку SB1 устройство воспроизведет выбранную команду.

При нажатии одновременно на кнопки SB3 и SB1 дисплей покажет H0. В этом режиме можно проверить целую программу. Выбрать проверяемую программу можно кнопками SB2 и SB3. При нажатии на кнопку SB1 устройство воспроизведет выбранную программу. Таким образом можно проверить работу каждой отдельной команды и программы в целом. В случае неработоспособности хотя бы одной команды необходимо более внимательно перепрограммировать устройство.

При нахождении ошибки в выполнении программы можно будет вернуться



в режим "PROGRAM" и перепрограммировать только ее.

Выйти из режима "TEST" можно, если снова нажать на те же кнопки, которые были нажаты при входе.

### РЕЖИМ "WORK"

Режим "WORK" является основным. Пользователь может сам выбрать номер программы, записанной в память, по которой устройство будет работать.

Примеры показаний дисплея в режиме "WORK": мигающие символы 10 или 3- или 04. Это — режим ожидания импульса от любого входа. Первая цифра показывает номер программы, которая будет запускаться от входа 1, а вторая цифра — номер программы, которая будет запускаться от входа 2. Если вместо цифры дисплей высвечивает прочерк, это значит, что соответствующий вход отключен и устройство не будет реагировать на импульс. Когда на дисплее мигают два прочерка — отключены оба входа и «ЦИКЛОП» не будет выполнять ни одну программу. Выбрать программу для каждого входа можно кнопками SB2 и SB3.

Если в течение определенного времени импульс на вход не поступает, дисплей выключается, а устройство продолжает работать в режиме "WORK" без индикации. Эта функция нужна для того, чтобы дисплей не привлекал излишнего внимания. Включение дисплея можно вызвать нажатием на кнопку SB2 или SB3. Временной интервал до выключения дисплея устанавливается в параметрах устройства.

### РЕЖИМ "ACTIVE"

Если устройство находится в режиме "WORK" и на любой из его входов, для которого определена программа, поступает импульс, оно переходит в режим "ACTIVE". Длительность импульса должна превышать некоторое значение (параметр P0 или P1 в разделе параметров). Это нужно для предотвращения ложных срабатываний устройства от коротких импульсов, которые могут появиться в результате проникновения помех. Сразу после перехода в режим "ACTIVE" ЦИКЛОП начинает выполнять программу, определенную для данного входа. Дисплей высвечивает специальный символ в виде трех горизонтальных линий и номер команды, которая передается. В это время устройство не способно воспринимать нажатия на кнопки или повторные импульсы на вход. Закончив выполнять программу, устройство вернется в режим "WORK".

### РЕЖИМ "PARAMETER"

Этот режим необходим только в процессе программирования устройства. Войти в него можно из режима программирования, нажав одновременно на кнопки SB2 и SB3.

Перечислим параметры, которые можно устанавливать в этом режиме.

P0 — защитный интервал 1-го канала (0 — FF) (1/100 с).

P1 — защитный интервал 2-го канала (0 — FF) (1/100 с).

P2 — число посылок в пачке (2—32).

P3 — интервал между посылками (40—95 %).

P4 — частота кварцевого резонатора, МГц.

P5 — <зарезервировано>.

P6 — номер программы 1-го входа.

P7 — номер программы 2-го входа.

P8 — время до гашения индикаторов, с.

Lx — каждая команда.

Hx — каждая программа.

Параметры P0 и P1 задаются в сотых долях секунды и, соответственно, могут принимать значения от 0,01 до 2,56 с. Задание параметров P0 или P1 равными нулю обеспечивает срабатывание устройства по первому изменению уровня сигнала. Активным уровнем для входов является уровень, противоположный тому, который имелся на входе в момент перехода устройства в режим "WORK". Если необходимо на вход 2 подать переменное напряжение частотой 50 Гц, тогда параметр P1 необходимо выставить равным нулю, так как при этом на входе будет пульсирующее напряжение частотой 50 Гц и длительностью менее 0,01 с.

Параметр P2 задает число посылок кода команды при выполнении устройством каждого шага программы. Этот параметр нужен в ситуациях, когда управляемый объект (телевизор или видеомаягнитофон) неуверенно воспринимает посылаемые команды. Обычно бывает достаточно значения, равного 2—3.

Смысл параметра P3 — интервал между посылками команд в пачке, выраженный в процентах от длины команды (ее продолжительности во времени). Введен он на всякий случай, так как "фирменный" интервал между командами с пульта не измеряется и не фиксируется в памяти. Практика показала почти полную не критичность этого параметра в указанных пределах регулировки.

Параметр P4 изменяют в случае использования кварцевого резонатора с частотой, отличающейся от указанной на схеме. Используется этот параметр исключительно для корректной генерации временных интервалов между командами и защитных интервалов. Не нужно забывать, что чем ниже тактовая частота, тем хуже точность записи и воспроизведения команд. По умолчанию задана частота кварцевого резонатора 24 МГц.

Параметры P6 и P7 — справочные, они отражают номера программ, привязанных ко входам 1 и 2 соответственно. В режиме "PARAMETER" они не могут быть изменены.

Параметр P8 определяет время в секундах между последним нажатием на кнопки и выключением дисплея.

В процессе программирования "ЦИКЛОП" может индицировать ошибки. Почти все ошибки сбрасываются автоматически. Вот их описание:

E1 — ошибка приема кода.

E2 — слишком длинный код.

E3 — слишком короткий код.

E5 — переполнение памяти.

E6 — неисправность памяти.

В случае переполнения памяти устройства необходимо произвести опера-

цию стирания. Для этого нужно войти в режим "PROGRAM" и нажать сразу все три кнопки. На дисплее появятся мигающие символы в виде трех горизонтальных линий. Не отпуская кнопок, нужно дождаться появления прочерков, при этом вся информация в памяти команд и программ будет стерта. Параметры устройства остаются без изменения.

От редакции. Программное обеспечение к микроконтроллеру размещено на нашем FTP сервере: <ftp://ftp.radio.ru/pub/2002/01/cyclop>.



# ПРИМЕНЕНИЕ ТВЕРДОТЕЛЬНЫХ ОПТОЭЛЕКТРОННЫХ РЕЛЕ СРЕДНЕЙ МОЩНОСТИ

С. АРХИПОВ, г. Орел

Статья знакомит с некоторыми особенностями оптоэлектронных реле средней мощности, производимых ЗАО «Протон-Импульс». Приведенные в ней сведения будут полезны всем читателям, использующим или разрабатывающим различные тиристорные и транзисторные коммутаторы силовых цепей.

Представление о системе обозначений и номенклатуре выпускаемых реле дает таблица. Более подробные сведения о них можно найти на Интернет-сайте производителя <www.proton-impuls.orel.ru>. Все оптоэлектронные реле можно разделить на две основные группы: переменного тока с силовыми элементами на симисторах и тринисторах, однополярные и двуполярные постоянного тока с IGBT или МОП-транзисторами в силовых цепях. Их принципиальное различие в том, что для реле переменного тока харак-

терна частичная управляемость — разрыв силовой цепи всегда происходит только при нулевом значении тока. Это создает определенные преимущества при индуктивной нагрузке, устраняя импульсы перенапряжения, возникающие при выключении. Использовать такие реле в цепях постоянного тока весьма затруднительно. А вот двуполярные реле постоянного тока способны коммутировать и переменный ток.

Одним из критериев выбора реле для конкретного применения может служить мощность, рассеиваемая на

его силовом элементе. При работе в цепях переменного тока напряжением 220...380 В и токах более нескольких ампер тиристоры по этому показателю в 3...5 раз лучше IGBT. Отношение мощности, рассеиваемой на IGBT и на МОП-транзисторах, приблизительно равно численному значению тока в амперах.

## РЕЛЕ ПЕРЕМЕННОГО ТОКА

Среди тиристорных реле имеются однофазные нормально-замкнутые и нормально-разомкнутые на ток 1...100 А; трехфазные нормально-разомкнутые на ток 10...100 А; одно-, двух- и трехфазные реверсивные на ток 10...40 А со встроенной защитой от межфазного замыкания и мгновенного реверса; сдвоенные на ток 1 А и более с независимым управлением, с общей точкой на выходе и без нее.

Класс реле по пробивному напряжению выхода может быть от четвертого (не менее 400 В) до двенадцатого (не менее 1200 В), а допустимое пиковое значение напряжения изоляции между входными и выходными токоведущими цепями и теплоотводом — 1500 или 4000 В.

В реле с индексом ТМ предусмотрен контроль нулевой фазы коммутируемого напряжения (они включаются только при близком к нулю мгновенном значении этого напряжения, что уменьшает создаваемые помехи). Реле с индексом ТС этим свойством не обладают.

Цепи управления реле бывают токовыми (рис. 1, а, номинальный ток —

- 19 — двуполярное
- 20 — однополярное
- 36 — трёхфазное
- 40 — однополярное быстродействующее с питанием на выходе
- 55 — реверсивное
- 57 — двуполярное быстродействующее с питанием на входе (частота коммутации — не более 10 Гц)
- 59 — однополярное быстродействующее с питанием на входе (частота коммутации — не более 10 Гц)
- 62 — однополярное быстродействующее с питанием на входе (частота коммутации — не более 100 Гц)

Число нормально-разомкнутых контактов  
Число нормально-замкнутых контактов

5П XX.XX XXX X-X-X-XX

Варианты исполнения корпуса  
После умножения на 100 —  
максимальное напряжение в закрытом  
состоянии или напряжение пробоя, В  
Максимальный коммутируемый ток, А  
Напряжение изоляции (1 — 4000 В,  
цифра отсутствует — 1500 В)

Код	Выход	Управление
G	IGBT	10...25 мА
GA	IGBT	4...10 В
GD	IGBT <sup>1</sup>	10...25 мА
GDA	IGBT <sup>1</sup>	4...10 В
П	МОП	10...25 мА (5П 19, 5П 20, 5П 40), 4,5...5,5 В (5П 57, 5П 59, 5П 62)
ПА	МОП	4...10 В
ТМ	Тиристорный <sup>2</sup>	10...25 мА (для 5П 19), 4...7 В (для 5П 36, 5П 55.10, 5П 55.20)
ТМА	Тиристорный <sup>2</sup>	3...30 В для 5П 19 и 5П 36.30
ТМБ	Тиристорный <sup>2</sup>	~6...30 В
ТМВ	Тиристорный <sup>2</sup>	~110...280 В
ТС	Тиристорный	10...25 мА (5П 19), 4...7 В (5П 36)
ТСА	Тиристорный	3...30 В (5П 19.10 и 5П 36.30)
ТСБ	Тиристорный	~6...30 В
ТСВ	Тиристорный	~110...280 В

Примечания: 1. С защитным диодом.

2. С контролем перехода фазы через ноль.

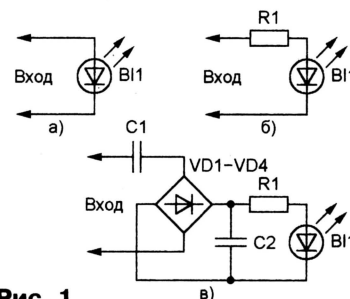


Рис. 1

10...25 мА) или потенциальными (рис. 1, б — постоянное напряжение 4...7 или 3...30 В, рис. 1, в — переменное 6...30 или 110...280 В). С токовым управлением выпускают только однофазные и двуканальные реле, с потенциальным — всех видов. В различных модификациях место резистора R1 (см. рис. 1, б и в) может занимать стабилизатор тока, а «гасящий» конденсатор C1 (см. рис. 1, в) — отсутствовать. Если в реле (например, многофазных) имеется несколько излучающих диодов, они могут быть соединены последовательно или параллельно.

Тиристорные структуры весьма чувствительны к превышению допустимого напряжения, что ведет к необратимым пробоям. Основной прием защиты выхода реле — шунтирование его варистором. Рекомендуются варисторы CH2-1, CH2-2 с коэффициентом нелинейности более 30 и энергией рассеивания 10...114 Дж. При выборе следует исхо-



доть из того, что классификационное напряжение варистора (при котором ток через него достигает 1 мА) должно превосходить амплитудное значение коммутируемого и быть ниже пробивного напряжения тиристоров. Необходимо обязательно учитывать возможную нестабильность и технологический разброс этих параметров. При прочих равных условиях для коммутации большего тока требуются реле более высокого класса по напряжению. Это связано с зависимостью напряжения на варисторе от тока.

Еще одна особенность тиристорных структур — чувствительность к скорости нарастания напряжения ( $dU/dt$ ), приложенного к закрытому прибору. Превышение критической скорости приводит к его несанкционированному открыванию. Большие значения  $dU/dt$  возможны при подаче напряжения в цепь нагрузки в момент, близкий к максимуму синусоиды. Они могут быть вызваны импульсными помехами в коммутируемой цепи или скачками напряжения при разрыве цепи нагрузки индуктивного характера.

Чтобы уменьшить  $dU/dt$  и предотвратить нежелательные последствия, выходы тиристорных реле шунтируют демпфирующими RC-цепями, номиналы элементов которых подбирают экспериментально. Обычно они лежат в пределах 20...50 Ом и 0,01...0,1 мкФ.

Дополнительное средство повышения устойчивости реле к скачкам напряжения — включенный последовательно с нагрузкой реактор задержки. Он представляет собой катушку индуктивности, намотанную на магнитопроводе с высокой магнитной проницаемостью и прямоугольной петлей гистерезиса. При рабочих токах магнитопровод насыщен, индуктивность реактора мала и он не влияет на происходящие процессы. Растущая с уменьшением тока индуктивность замедляет его изменение и задерживает переполюсовку напряжения, помогая закрыванию тиристора.

Снижая скорость нарастания тока на начальной стадии включения тиристора, реактор способствует более равномерному распределению тока по сечению полупроводникового кристалла, что предотвращает локальные перегревы. Это особенно важно при работе реле с индексом ТС на емкостную или активную нагрузку или в режиме фазоимпульсной регуляции мощности. К тому же реактор, увеличивая импеданс цепи нагрузки, повышает эффективность варисторной защиты.

Для тиристорных, работающих на индуктивную нагрузку, существует опасность перегрузки по току из-за асимметрии моментов включения в положительном и отрицательном полупериодах, приводящей к появлению постоянной составляющей протекающего тока, насыщению магнитопроводов нагрузки, а следовательно, — к сверхтокам.

Токовая перегрузка бывает связана и с насыщением магнитопроводов индуктивных нагрузок (трансформаторов на холостом ходу, управляющих обмоток контакторов) при совпадении направления их остаточной и создаваемой током в момент включения намагниченности.

Вызванный этим пусковой ток может в десятки раз превышать номинальный, причем случай включения в момент перехода фазы напряжения через ноль — наихудший. Оптимально включать тиристор в максимум напряжения или "мягко" запускать его, начиная с малых углов проводимости. Для работы на индуктивную нагрузку рекомендуется применять реле с индексом ТСИ, рассчитанные на повышенный ударный ток.

Асимметрия моментов включения может быть следствием различия напряжения включения тиристоров в разной полярности. Оно играет существенную роль, если амплитуда коммутируемого напряжения несущественно превышает напряжение включения тиристора (5...15 В). Асимметрия возникает и при некорректном фазоимпульсном управлении реле, а также при открывании тиристора не в каждом полупериоде из-за того, что обратное напряжение пересекает "окно" включения слишком быстро. Последний фактор — один из главных, ограничивающих частоту коммутируемого напряжения (обычно — не более 500 Гц).

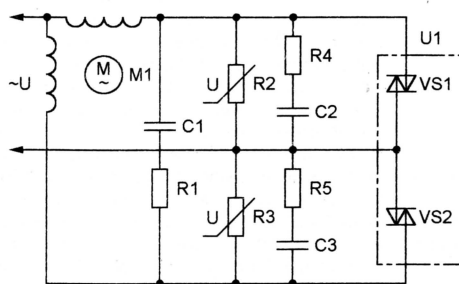


Рис. 2

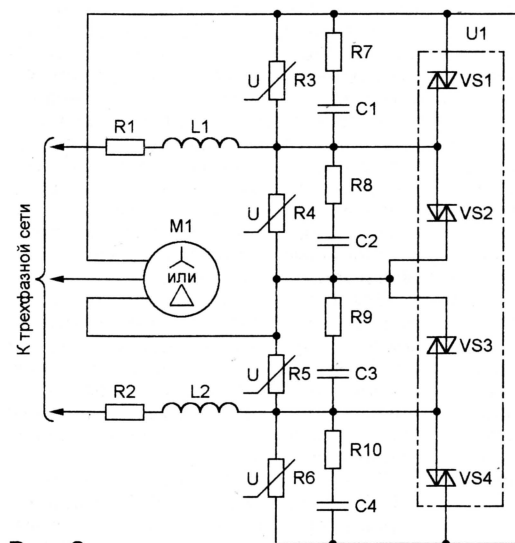


Рис. 3

Работа на емкостную нагрузку характеризуется возможностью больших скачков тока в силовой цепи и воздействием на тиристор напряжения, достигающего удвоенной амплитуды коммутируемого.

Пусковой бросок тока возникает, если реле включают при ненулевой фазе коммутируемого напряжения. Подключение к сети переменного тока 220 В 50 Гц

разряженного конденсатора емкостью 100 мкФ способно вызвать бросок тока амплитудой до 31000 А. Скорость нарастания тока в нагрузке индуктивностью 1 мкГн достигает 310 А/мкс при предельно-допустимом для тиристорных значениях 20...160 А/мкс.

Так как напряжение включения тиристора отлично от нуля (как отмечалось выше — 5...15 В), броски тока возникают в каждом полупериоде коммутируемого напряжения. При емкости нагрузки 100 мкФ амплитуда таких бросков — 500...1500 А. Они порождают значительные электромагнитные помехи и мощные высокочастотные составляющие в спектре тока нагрузки. Последние очень опасны для некоторых конденсаторов, вызывая их перегрев и пробой. Поэтому для работы на емкостные нагрузки следует применять реле с контролем перехода фазы напряжения через ноль и с малым напряжением включения, например, с индексом ТМК, у которых нормированы напряжения включения (4 В) и выключения (10 В).

Известно, что после спада тока до нуля и выключения тиристора емкость нагрузки остается заряженной до напряжения, близкого к амплитуде коммутируемого. В следующем полупериоде к закрытому тиристор будет приложена сумма этого напряжения и сетевого противоположной полярности, которая может достичь удвоенной амплитуды, например, при напряжении в сети  $380 \text{ В} \pm 10\% - 1170 \text{ В}$ . В этих условиях реле даже наивысшего, двенадцатого класса по напряжению будет работать на пределе своих возможностей и его не удастся защитить от пробоя варистором.

В подобных случаях целесообразно использовать реле не только включаемые, но и выключаемые при нулевом напряжении, например, двуполярные постоянного тока. Это устраняет перегрузки по напряжению, значительно расширяет рабочий диапазон частот, однако несколько ухудшает энергетические показатели. Для работы на частотах до 1 кГц разработаны образцы реле серии 5П 66, ведутся работы по расширению их частотного диапазона до десятков килогерц.

На рис. 2 показана схема использования однофазного реверсивного реле U1 для изменения направления вращения однофазного электродвигателя

M1 с фазосдвигающим конденсатором C1, а на рис. 3 — двухфазного реле для управления трехфазным двигателем. Коммутирующие элементы реле условно изображены в виде симисторов, хотя в некоторых случаях это — соединенные встречно-параллельно тринисторы.

Цепи управления реле на схемах не показаны. Они должны быть устроены та-



ким образом, чтобы исключить одновременную подачу сигналов на открывание симисторов VS1 и VS2 (см. рис. 2) или VS1 и VS4, VS2 и VS3 (см. рис. 3). В любой момент должен быть открыт только один из каждой пары. Тем не менее из-за выключения симисторов только при нулевом токе, после подачи сигнала реверса, некоторые из них все же могут оказаться открытыми одновременно. В однофазном устройстве это приведет к разрядке фазосдвигающего конденсатора C1 через симисторы, в трехфазном — к межфазному замыканию.

Для исключения подобных ситуаций в реверсивных реле предусмотрена аппаратная задержка включения на 20...30 мс, благодаря чему при частоте сети более 40 Гц и "мгновенном" реверсе открытые симисторы успевают закрыться.

Есть и другие причины, по которым тиристоры иногда включаются одновременно. Например, скорость нарастания напряжения, подаваемого с помощью электромагнитного пускателя, может оказаться выше критической для двух последовательно соединенных приборов. Демпфирующие RC-цепи в данном случае почти не помогают, так как зашунтированы чрезвычайно низким импедансом питающей сети. Большие значения  $dU/dt$  могут быть вызваны импульсными помехами или коммутационными бросками напряжения.

Предусмотренные в устройстве по схеме, показанной на рис. 3, катушки индуктивности L1, L2 во взаимодействии с конденсаторами C1—C4 уменьшают скорость нарастания напряжения, снижая вероятность межфазного замыкания. Кроме того, их индуктивность ограничивает скорость нарастания тока, большие значения которой разрушительны для тиристоров.

Однако ни демпфирующие цепи, ни катушки индуктивности не гарантируют невозможности межфазных замыканий. Общепринятый метод защиты тиристоров от их последствий (его рекомендуют для своих изделий, например, фирмы Motorola, Siemens, Opto-22) — установка токоограничительных резисторов R1 (см. рис. 2) и R1, R2 (см. рис. 3). Их номиналы выбирают такими, чтобы ток межфазного замыкания не превысил допустимого для используемого реле ударного тока. Длительность его протекания не превышает половины периода сетевого напряжения. С последствиями установки ограничительных резисторов — уменьшением напряжения на обмотках электродвигателя и необходимостью отвода выделяющегося тепла — придется мириться.

## РЕЛЕ ПОСТОЯННОГО ТОКА

Реле постоянного тока с выходными цепями на IGBT и МОП-транзисторах бывают одно- и двуполярными. В последних два выходных транзистора соединены встречно-последовательно. Для МОП-транзисторов это необходимо, чтобы закрытый канал одного из них препятствовал протеканию тока через смещенный в прямом направлении шунтирующий диод второго (такие ди-

оды обязательно присутствуют в МОП-структуре). В структуры IGBT диоды приходится вводить специально, но уже для пропускания тока, протекающего в обратном для транзистора направлении.

Отметим, что выпускаются и так называемые многоканальные реле постоянного тока с различными сочетаниями нормально-замкнутых и нормально-разомкнутых выходных цепей. Применяя их, следует учитывать, что нормально-замкнутыми выходные цепи становятся только после подачи на реле напряжения питания от источника, гальванически связанного со входами управления.

Остаточное напряжение на выходе однополярных реле на МОП-транзисторах в открытом состоянии зависит от сопротивления канала последних при температуре 25 °С, находящегося в пределах от единиц миллиом у низковольтных до единиц ом у высоковольтных транзисторов. С повышением температуры кристалла до предельной (150 °С) это сопротивление возрастает приблизительно в два раза.

У двуполярных реле на МОП-транзисторах остаточное напряжение больше. Оно складывается из падений напряжения на сопротивлении канала одного транзистора и на прямосмещенном диоде, зашунтированном сопротивлением канала второго транзистора. Вольт-амперная характеристика выходной цепи таких реле во включенном состоянии при малом токе практически линейная, затем постепенно переходит в характеристику диода. Точка перегиба лежит в области 100...200 А у низковольтных реле и единиц ампер — у высоковольтных.

Элементами управления выходными транзисторами в реле серий 5П 20 (однополярных) и 5П 19 (двуполярных) служат фотовольтаические оптроны с выходным током порядка единиц микроампер. По этой причине зарядка емкости затвор-исток МОП-транзисторов происходит довольно медленно, что приводит к задержке включения реле на десятки миллисекунд. Задержка выключения значительно меньше (не более 1 мс), так как предусмотрены специальные тиристорные узлы разрядки упомянутой емкости.

Для быстродействующих реле характерны задержки включения/выключения в единицы микросекунд, но им необходим дополнительный источник питания цепей управления. У реле различных типов этот источник должен быть гальванически связан с выходом или входом реле.

Реле с питанием по входу серий 5П 57 (двуполярные) и 5П 59 (однополярные) при задержках включения/выключения в единицы микросекунд способны переключаться с частотой не выше 10...20 Гц, так как используемые в них фотовольтаические оптроны не могут достаточно быстро восполнить рассеянную при выключении энергию.

Однополярные реле с питанием по выходу серии 5П 40 могут работать на частоте коммутации в десятки кГц. Для их питания требуется изолированный от входных цепей источник напряжения 10...15 В.

Аналогичные параметры имеют и реле с питанием по входу серии 5П 62, однако к ним требуется подключить несколько внешних элементов, номиналы которых выбирают исходя из конкретных условий.

В принципе, как IGBT, так и МОП-транзисторы способны выдерживать, не выходя из строя, лавинный пробой. Однако допустимая энергия пробоя невелика (десять-сотни миллиджоулей) и вероятность отказа вполне реальна. Отсюда следует необходимость защиты от бросков напряжения в силовой цепи. Для двуполярных реле, коммутирующих цепи переменного тока, справедливо все сказанное выше о защите тиристорных реле. Защитой однополярных реле может служить стабилитрон или варистор, шунтирующий выход.

Распространенный способ защиты от высоких напряжений, возникающих при отключении индуктивной нагрузки, — шунтирование ее диодом в обратной полярности. Ток I, протекающий через нагрузку до разрыва цепи, в этом случае падает по экспоненте с постоянной времени  $L/r$ , где L и r — соответственно индуктивность и сопротивление нагрузки. Часть энергии

$$W = \frac{LI^2}{2},$$

запасенной в индуктивности нагрузки, рассеивается на ее активном сопротивлении, другая — на шунтирующем диоде.

Можно показать, что при малых значениях r основная доля рассеиваемой энергии приходится на диод. Это вызывает перегрузку последнего по импульсной, а при высоких частотах коммутации — и по средней рассеиваемой мощности.

Если предельно-допустимое напряжение транзистора  $U_{доп}$  значительно выше коммутируемого  $U_{ком}$ , режим работы защитного диода существенно облегчит включение последовательно с ним резистора номиналом

$$R < \frac{U_{доп} - U_{ком}}{I}.$$

В этом случае в момент выключения напряжение на выходе реле равно  $U_{ном} + RI$ , на диоде выделяется энергия

$$W_d = \frac{U_d I}{R + r}$$

(где  $U_d \approx 0,7$  В — прямое падение напряжения на диоде), а на резисторе —

$$W_r = \frac{RI^2}{2(R+r)}.$$

Следовательно, при частоте коммутации  $f_{ком}$  мощность резистора должна быть не менее

$$P_r = \frac{RI^2}{2(R+r)} f_{ком}.$$

Введение резистора дает еще один положительный эффект — уменьшает время выключения нагрузки, так как постоянная времени спада тока в этом случае равна  $L/(R+r)$ .

Для реле серий 5П 19, 5П 20, как уже отмечалось, характерна задержка включения в десятки миллисекунд, что ограничивает максимальную частоту



коммутации значениями 10...30 Гц. Длительность нарастания тока в нагрузке при включении  $t_{\text{нар}}$  — единицы миллисекунд. В этом интервале на коммутирующем элементе реле рассеивается энергия

$$W_{\text{ком}} \approx \frac{U_{\text{ком}} I_{\text{ком}} t_{\text{нар}}}{6},$$

где  $I_{\text{ком}}$  — коммутируемый ток. Так как длительность спада тока при выключении на порядок меньше  $t_{\text{нар}}$ , рассеиваемой при этом энергии можно пренебречь.

Потенциально опасны для силовых транзисторов реле два режима работы: коммутация стационарной нагрузки с частотой, близкой к предельной, и включение нагрузки с большим пусковым током (например, пусковой ток лампы накаливания более чем в 10 раз превышает номинальный).

В первом случае средняя рассеиваемая реле мощность равна

$$W_{\text{ком}} f_{\text{ком}} + \frac{R_{\text{откр}} I_{\text{ком}}^2}{Q},$$

где  $R_{\text{откр}}$  — сопротивление выходной цепи в открытом состоянии;  $Q$  — скважность (отношение периода коммутации к длительности включенного состояния). Например, на однополярном реле 5П 20.10 П-5-0,6 (предельное напряжение — 60 В, ток — 5 А,  $R_{\text{откр}} = 0,055$  Ом, тепловое сопротивление кристалл—окружающая среда —  $40^\circ\text{C}/\text{Вт}$ ) при токе нагрузки 5 А в постоянно включенном состоянии выделится мощность не более 1,375 Вт, что вызовет приемлемый в большинстве случаев перегрев кристалла относительно среды на  $55^\circ\text{C}$ . Однако коммутация той же нагрузки с частотой 10 Гц при скважности 2, напряжении 50 В и  $t_{\text{нар}} = 5$  мс приведет к возрастанию выделяемой мощности до 2,77 Вт и перегреву кристалла уже на  $110^\circ\text{C}$ . Это не позволит реле надежно работать при температуре окружающей среды выше  $40^\circ\text{C}$ .

Во втором случае начальное значение тока нагрузки значительно больше номинального, поэтому энергия включения  $W_{\text{вкл}}$  может превысить допустимую для транзисторов реле. Так как с уменьшением  $t_{\text{нар}}$  энергия включения уменьшается пропорционально, инерционные нагрузки целесообразно коммуттировать с помощью быстродействующих реле, например, серий 5П 57, 5П 59.

Как отмечалось выше, реле серии 5П 62 для работы на частоте коммутации более 10...30 Гц требуют подключения дополнительных внешних элементов. Как и у реле серий 5П 57 и 5П 59, их внутренний источник напряжения питания цепи управления выходным транзистором — низкой средней мощности и не может быстро восполнить энергию, израсходованную при разрядке емкости затвора транзистора. Для устранения этого недостатка и предназначен внешний конденсатор, через который при выключении выходного транзистора

в цепь управления от источника коммутируемого напряжения “накачивается” дополнительная энергия. Оптимальная емкость конденсатора зависит от условий работы реле, в частности, от коммутируемого напряжения. Поэтому внутри реле он введен быть не может.

При каждом включении входного транзистора конденсатор разряжается через цепь управления затвором с рассеиванием энергии  $C \cdot U^2/2$ . Если частота коммутации достаточно велика, дополнительная мощность, выделяющаяся в реле, достигает неприемлемой величины. Для ее уменьшения служат резистор, на котором рассеивается значительная часть запасенной конденсатором энергии, и стабилизатор. Напряжение стабилизации последнего выбирают таким, чтобы при минимальном значении коммутируемого напряжения конденсатор зарядился лишь до 15 В.

## ТЕПЛОВОЙ РЕЖИМ РЕЛЕ

Для реле, эксплуатируемых без теплоотвода, максимальный коммутируемый ток нормируют исходя из предельной температуры кристаллов силовых элементов  $T_{\text{кр. макс}}$  ( $125^\circ\text{C}$  — для тиристорных,  $150^\circ\text{C}$  — для транзисторов) при температуре окружающей среды  $T_{\text{окр}} = 25^\circ\text{C}$ . Тот же параметр реле с теплоотводом устанавливают по предельной температуре кристалла при температуре теплоотвода  $T_{\text{то}} = 75^\circ\text{C}$  для тиристорных реле и  $T_{\text{то}} = 90^\circ\text{C}$  — для транзисторных. Последние два значения выбраны из достаточно произвольного условия равенства теплового сопротивления внешнего теплоотвода  $R_{\text{то}}$  “эквивалентному” тепловому сопротивлению кристалл—теплоотвод  $R_{\text{экв}}$ . Следует иметь в виду, что в справочных данных многофазных реле тепловое сопротивление обычно указано из расчета “на фазу”, поэтому “эквивалентное” сопротивление, например, трехфазного реле в три раза меньше.

Основное соотношение для тепловых расчетов:  $T_{\text{окр}} + P(R_{\text{то}} + R_{\text{экв}}) < T_{\text{кр. доп}}$ , где  $P$  — мощность, рассеиваемая реле. Пример вычисления этой мощности для реле постоянного тока с МОП-транзистором на выходе был приведен в предыдущем разделе. Для IGBT ее рассчитывают по формуле  $P = U_{\text{ост}} \cdot I_{\text{ком}}$ , где  $U_{\text{ост}}$  — остаточное напряжение на открытом транзисторе. Мощность, рассеиваемую в одной фазе тиристорного реле, вычисляют по эмпирической формуле  $P = (0,145 + 0,7 U_{\text{ост. пик}}) I_{\text{эфф}}$ , где  $U_{\text{ост. пик}}$  — пиковое значение остаточного напряжения на включенном тиристоре;  $I_{\text{эфф}}$  — эффективное значение протекающего через него тока.

## ДВА СОВЕТА

**А. БУТОВ, с. Курба  
Ярославской обл.**

## УСКОРЕНИЕ ПРОЦЕССА ТРАВЛЕНИЯ ПЕЧАТНЫХ ПЛАТ

Существенно ускорить процесс травления печатных плат можно, перемешивая раствор хлорного железа или обеспечивая его небольшие колебания. Как вариант, можно воспользоваться низкочастотной или широкополосной динамической головкой мощностью 10...30 Вт. Ее размещают на рабочем столе магнитной системой вниз, по краям металлической основы головки закрепляют 4...12 пружин, например, от толкателей кнопок П2К, а на пружины устанавливают кювету с раствором. Динамическую головку подключают к усилителю мощности, на вход которого с генератора подают синусоидальный сигнал частотой 12...16 Гц. На выходе усилителя устанавливают мощность в пределах нескольких ватт.

## ФОТОДАТЧИК ИЗ РПЗУ

Если у микросхемы РПЗУ с ультрафиолетовым стиранием, например, серии К573, обломан вывод или она исчерпала ресурс программируемости, не спешите ее выбрасывать. Подключите к выводам питания микросхемы (у К573РФ2 — к выводам 12 и 24) вольтметр постоянного напряжения и направьте на ее кристалл достаточно яркий луч света от карманного фонаря, лазерной указки или светодиода, в том числе инфракрасного. Вольтметр с внутренним сопротивлением 10 кОм покажет 0,4...0,45 В, более высокоомный — еще больше. Соединив подобную микросхему со входом компаратора или усилителя, можно изготовить фотореле, пригодное для использования в любительских конструкциях.

Фото-ЭДС можно получить от любых полупроводниковых диодов и стабилизаторов в прозрачных корпусах. Например, напряжение на выводах светодиода АЛ307Б при ярком освещении достигает 1,4 В, правда, лишь на нагрузке сопротивлением в несколько мегаом.



**Рис. 3**



```

0000 00 75 00 7B 00 0C 00 79 00 0C 00 77 E6 F6 1C E6
0010 F7 01 E6 F8 04 E6 FF 40 E6 F9 0C B0 00 B0 02 D6
0020 00 49 9F 76 1E 01 6B 1D 76 1E 04 6B 08 E6 24 00
0030 E6 25 14 8B 06 E6 24 00 E6 25 28 80 24 EB FC B6
0040 02 C0 8D 00 23 FF 7F 8B DA E6 1F 0F 4C 08 20 1F
0050 B1 1F 4A FA E6 1F 0F 4C 09 8F E6 FB 01 E6 18 00
0060 E6 19 81 E6 1A 00 E6 1B 94 5C 32 76 03 04 6B F9
0070 5A F9 B0 FA AF 30 18 30 1A 30 18 30 1C D6 00 49
0080 BF E6 FB 20 4A 02 8B 19 E6 F2 14 E6 F3 53 E6 F1
0090 0C 20 1F BF A7 1F 04 EB 05 E6 FB 29 B0 FA 21 1F
00A0 BF E6 1A 00 E6 1B CA E6 18 00 E6 19 C5 B0 F1 E6
00B0 F7 03 E6 FB 21 5C 32 5A FE E6 F2 25 E6 F1 0C E6
00C0 00 01 B0 FA BF 46 1E 02 8B 03 56 1E FD B0 FB B0
00D0 F1 E6 F7 01 E6 00 00 E4 02 2E 56 2E 18 E0 2E EC
00E0 01 FC E8 04 2E EF 16 EE 00 C2 6E A0 EE C2 5E A0
00F0 EE C2 8E A0 EE C2 7E E6 22 05 E6 26 01 4C 08 B0

```

```

0100 27 B0 28 E6 1F 10 D6 01 C4 CF C0 27 C0 28 E4 28
0110 2C E6 29 DC E6 2A 05 E4 28 2B D6 01 D2 E4 29 23
0120 A6 23 07 BD 01 99 E6 26 02 4C 04 B0 27 B0 28 E6
0130 1F 10 D6 01 C4 4C 06 CF 10 28 10 27 4A F9 E4 28
0140 29 E4 27 2A E4 2C 2B D6 01 D2 E4 29 20 4C 08 CF
0150 C0 27 C0 28 4A F9 E4 28 29 E6 26 02 E6 2D 00 4C
0160 04 E6 1F 10 E5 1F 2F 24 29 2F F5 2F 1F A4 2F 2D
0170 7B 03 E4 2F 2D 04 26 1F 4A EA E4 2D 21 76 1E 02
0180 6B 14 A4 20 E5 FB 0F A4 20 E6 3B 0A A4 21 22 3B
0190 05 E6 00 04 8B 03 E6 00 02 A4 23 E7 7B 0C 56 1E
01A0 FB 46 1E 01 E6 02 80 8D 00 7D A4 23 E8 BB 0C 46
01B0 1E 04 46 1E 01 E6 02 80 8D 00 7D 56 1E FE 56 02
01C0 3F 8D 00 7D 05 1F 28 16 27 00 04 26 1F 00 E4 EB
01D0 F3 AF 9C 08 10 29 10 2A 7B 05 A4 2A 2B BB 04 24
01E0 2B 2A DF 9A EF 10 29 AF 52 49 2D 19 41 38 2A 19
01F0 3B 33 29 19 48 40 30 0C

```

DISPLAY — режим отображения результатов вычислений.

Переходы между состояниями, показанные ребрами графа, вызываются следующими событиями:

TI — (TIMER INTERRUPT) — прерывание от таймера МК;

FI — (FALLING INTERRUPT) — прерывание по спаду входного сигнала;

CI — (COMPARE INTERRUPT) — прерывание от встроенного в МК компаратора;

TE, UE, CE, DE — окончание процессов измерения времени, напряжения, вычисления и отображения соответственно.

После включения питания происходит автосброс МК и инициализируется состояние T\_MEAS. Вначале разрешается прерывание только по спаду входного сигнала (см. рис. 1), и при наличии спада МК «захватывает» его и начинает измерять временные интервалы. Затем разрешаются прерывания от таймера. Путем подсчета их числа вычисляется длительность первого временного интервала. При поступлении на вход МК фронта сигнала значение счета запоминается и начинается измерение следующего интервала. Подобным образом измеряется длительность всех восьми интервалов, после чего МК переходит в состояние измерения напряжения  $U_0$  (U\_MEAS).

В этом состоянии МК формирует на выходе P00 потенциал лог. 1, благодаря чему начинается формирование квазистационарного нарастающего напряжения на входе P33 с помощью цепи R3C6. Одновременно запускается таймер МК на время, соответствующее уровню  $U_0 = 0,2$  В. Разрешаются прерывания от таймера и компаратора. Если первым поступает прерывание от компаратора, то фиксируется факт нормального состояния контактов, а если от таймера, то состояние контактов неудовлетворительное.

Далее устройство переходит в режим CALCUL, когда вычисляются частота вращения коленвала, среднее значение УЗСК и величина его отклонения от этого значения. Причем последние два параметра рассчитываются только в том случае, если расчетная частота не превышает  $1000 \text{ мин}^{-1}$  (номинальное значение УЗСК измеряется только на холостом ходу). По окончании расчетов программа переходит в режим DISPLAY.

В этом режиме считывается установленный выключателями SA1, SA2 код типа автомобиля, сравниваются вычисленные значения УЗСК и неравномерности УЗСК с соответствующими константами, «защитными» в ППЗУ, и по результатам сравнения выдается сигнал зажигания того или иного светодиода. Затем про-

веряется «попадание» текущей частоты вращения коленвала в выбранные границы и, если она оказывается за пределами установленных значений, включается звук соответствующего тона. Далее весь рабочий цикл повторяется.

Распечатка загрузочного модуля программы приведена в табл. 2. Объем программного кода — 504 байта.

Детали устройства размещают на печатной плате, изготовленной по чертежу, изображенному на рис. 4. Плата рассчитана на установку резисторов МЛТ, конденсаторов К50-35 (C1) и КМ (остальные), переклюателей ПД9-2 (SA1, SA2), трехгнездной колодки КСК1,5-3. Для подключения микроконтроллера использована 18-гнездная панель.

Налаживание устройства начинают с проверки напряжения питания. Для этого, не устанавливая на место микроконтроллер, включают питание и измеряют напряжение на контакте 5 его панели. Оно должно быть не менее 4,5 В, в противном случае стабилизатор VD1 необходимо заменить другим, с нужным напряжением стабилизации. Затем проверяют исправность светодиодов (для этого поочередно соединяют отрезком провода контакт 5 панели МК с ее контактами 12 и 13).

Далее при отключенном питании устанавливают в панель запрограммированный МК и соединяют устройство с клеммой прерывателя. Если при включении питания прибор не заработает, к выводу 6 микросхемы DD1 подсоединяют осциллограф (с входным сопротивлением не менее 10 МОм) и проверяют, возбуждается ли тактовый генератор МК. Отсутствие колебаний синусоидальной формы частотой 8 МГц свидетельствует о том, что генератор не работает. В этом случае нужно проверить кварцевый резонатор ZQ1 и конденсаторы C3 и C4.

В автомобиле устройство размещают на передней панели в поле зрения водителя.

Функции устройства можно существенно расширить, применив вместо Z86E0208PES модификации МК с индексами 04, 08, совместимые по выводам и имеющие большие ресурсы памяти программ и данных.

#### ЛИТЕРАТУРА

1. Резник А. М., Орлов В. П. Электрооборудование автомобилей. — М.: Транспорт, 1981.
2. Гладштейн М. А. Микроконтроллеры семейства Z86 фирмы Zilog. Руководство программиста. — М.: ДОДЭКА, 1999.

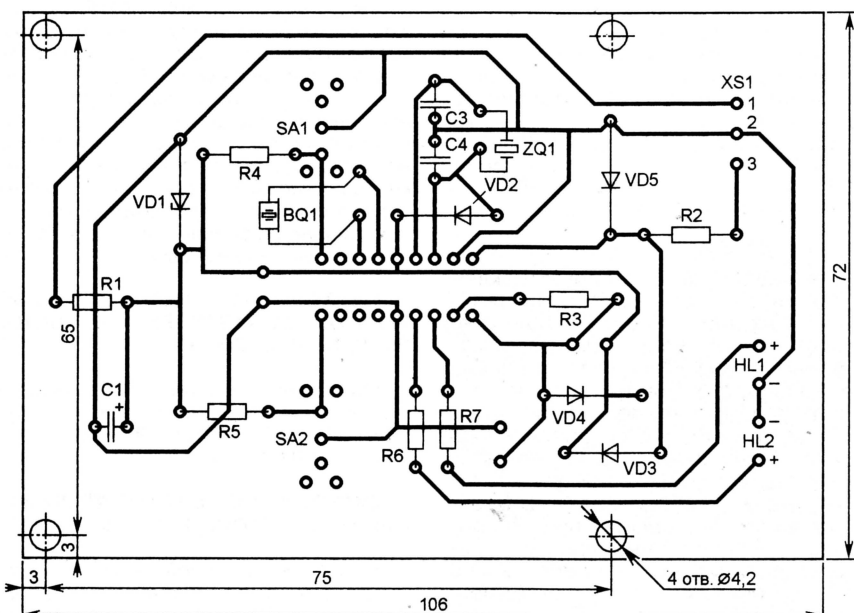


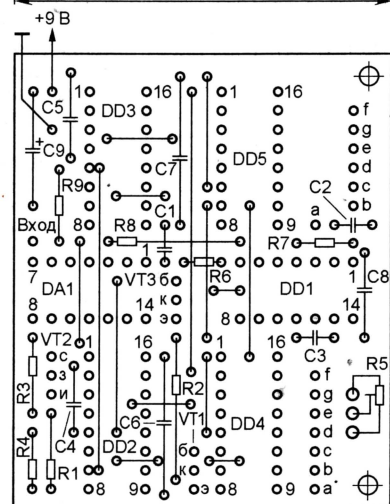
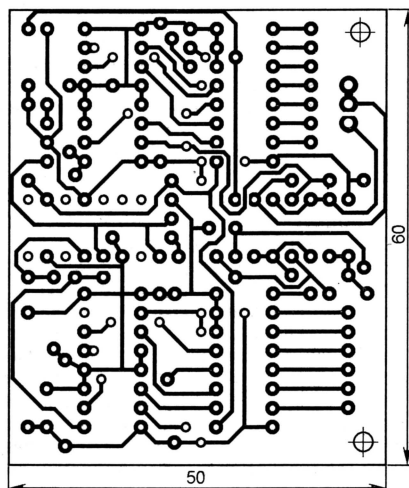
Рис. 4



**КУЛЕШОВ С. ЦИФРОВОЙ ИНДИКАТОР НАПРЯЖЕНИЯ. — РАДИО, 2000, № 6, с. 48.**

#### Печатная плата.

Чертеж возможного варианта печатной платы устройства изображен на **рис. 1**. На ней размещены все детали, кроме светодиодных индикаторов HG1 и HG2. Плата рассчитана на применение постоянных резисторов МЛТ, подстроечного резистора СП5-2ВБ, конденсаторов К73-17 (C1), К53-1 (C9) и КМ (остальные; C3 — КМ-5 группы М75). Проволочные перемычки, соединяющие печатные проводники на противоположной стороне платы, рекомендуется изготовить из провода в теплоустойчивой изоляции (например, МГТФ) и впаивать до установки деталей на плату.



**Рис. 1**

**ВИНОГРАДОВ Ю. ШЛЕЙФ С РАДИОКАНАЛОМ — В ОХРАНЕ АВТОМОБИЛЯ. — РАДИО, 2001, № 9, с. 36, 37.**

Возможно ли увеличение дальности действия устройства до 300...500 м?

Да, возможно, если приемник снабдить полноразмерной антенной, изготовленной, например, по описанию, приведенному в статье автора "Проволочные Си-Би антенны" (см. "Радио", 1996, № 9, с. 9). Примененную в передатчике антенну от портативной Си-Би радиостанции желательно в этом случае заменить значительно более эффективной "внутрисалонной" (см. статью "Дисковая антенна в диапазоне 27 МГц" в "Радио", 1997, № 2, с. 70), разработанной специально для работы в таких условиях.

**ПРОЖИРКО Ю. ЭЛЕКТРОННЫЕ ЧАСЫ-БУДИЛЬНИК С РАДИОПРИЕМНИКОМ. — РАДИО, 2001, № 7, с. 16, 17; № 8, с. 17, 18.**

#### Замена цифровых индикаторов.

Вместо SA08-11GWA можно применить любые другие подходящие цифровые светодиодные индикаторы с общим анодом. Яркость свечения регулируют подбором резисторов R32—R38. При этом, возможно, потребуется отрегулировать токи баз ключевых транзисторов VT9—VT15 (подбором резисторов R40—R46).

#### О питании цифровых микросхем.

Выводы питания микросхем DD1—DD3, указанные в графе "V+" приведенной на схеме таблицы (рис. 1 в статье), соединяют с выводом 1 микросхемного стабилизатора DA2.

**ГУСЬКОВ В., СВИРИДОВ В. АКУСТИЧЕСКИЙ ДАТЧИК ДВИЖЕНИЯ. — РАДИО, 2002, № 8, с. 40, 41.**

#### Замена реле.

При отсутствии герконового реле в датчике можно применить обычное электромагнитное, например, РЭС15 исполнения РС4.591.003 (сопротивление обмотки — 280...380 Ом, ток срабатывания — 21 мА), РЭС49 — РС4.569.421-02 (соответственно 230...310 Ом и 22 мА), РЭС60 — РС4.569.435-02 (230...310 Ом и 22,4 мА).

Редакция консультирует исключительно по статьям, опубликованным в журнале "Радио", и только по техническим вопросам, рассмотренным в них. Консультации даются бесплатно. Вопросы просим писать разборчиво, по каждой статье на отдельном листе. Обязательно укажите название статьи, ее автора, год, номер и страницу в журнале, где она опубликована. В письмо вложите маркированный конверт с надписанным вашим адресом. Вопросы можно прислать и по электронной почте. Наш адрес: [consult@radio.ru](mailto:consult@radio.ru).

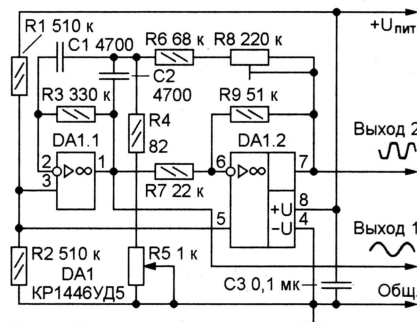
## ОБРАТИТЕ ВНИМАНИЕ

**ДНИЩЕНКО В. АППАРАТУРА ПРОПОРЦИОНАЛЬНОГО РАДИОУПРАВЛЕНИЯ. — РАДИО, 2001, № 11, с. 24—26; № 12, с. 31—33.**

В принципиальных схемах сервоусилителя рулевой машинки (см. рис. 2 в статье) и регулятора хода (рис. 4), а также чертежах их печатных плат (соответственно рис. 7 и 8) номера выводов 1 и 3 микросхемных стабилизаторов напряжения DA1 (KP1170EH3 и KP1170EH5) необходимо поменять местами (выв. 1 — выход, выв. 3 — вход).

**БИРЮКОВ С. ПРИМЕНЕНИЕ МИКРОСХЕМ СЕРИИ KP1446. ГЕНЕРАТОРЫ НА ОУ. — РАДИО, 2002, № 9, с. 29, 30.**

Полная принципиальная схема перестраиваемого генератора синусоидального напряжения (рис. 6 в статье) приведена на **рис. 2**.



**Рис. 2**

**КУЛАКОВ В. ТЕЛЕФОННЫЙ МИКРОПРОЦЕССОРНЫЙ КОММУТАТОР 1×5. — РАДИО, 1999, № 10, с. 30—32.**

На чертеже печатной платы (см. рис. 2 в статье) на стороне печатных проводников недостает проводника, соединяющего контактные площадки под выводы анода диода VD20 и катода VD18. На этой же стороне платы вывод 11 микросхемы DD3 должен быть соединен только с затвором транзистора VT13, соединение с контактной площадкой, расположенной левее (проводник общего провода), необходимо ликвидировать. Транзистор на стороне деталей, контактные площадки под выводы которого расположены напротив вывода 12 DD3, должен иметь позиционное обозначение VT14 (а не VT11, как указано на чертеже).

**ОБУХОВ А. АВТОМАТ-РЕГУЛЯТОР УГЛА ОЗ НА K1816BE31. — РАДИО, 2002, № 4, с. 30—33.**

Отсутствующая в табл. 4 строка приведена ниже (перенос — условный): 00E0 FB C3 22 E5 90 F4 54 0F 70 01 22 89 F0 A4 A2 96.

**САПОЖНИКОВ М. УСТРОЙСТВО ЗАЩИТЫ АС. — РАДИО, 2000, № 11, с. 17.**

На принципиальной схеме устройства необходимо соединить катод стабилитрона VD12 с точкой соединения резистора R3 и конденсатора C6.



# КОНДЕНСАТОРЫ С ОРГАНИЧЕСКИМ ДИЭЛЕКТРИКОМ

Ассортимент выпускаемых конденсаторов К78-106 представлен в табл. 3. В ней знаком \* отмечены конденсаторы, имеющие относительно меньшие габариты, в силу чего для обеспечения той же надежности на

них следует подавать меньшее напряжение. Этот факт отражен также и на графике-номограмме, показанной на рис. 6. Номограмма позволяет определить, какова максимальная амплитуда переменного синусоидального (или переменной составляющей пульсирующего) напряжения  $U_f$ , которое можно прикладывать к конденсатору при том или ином значении частоты  $f$ .

Таблица 3

Номинальное напряжение, В	Номинальная емкость, мкФ	Размеры (максимальные), мм					Масса, г, не более
		L	B	H	A	d	
1	2	3	4	5	6	7	8
250	0,068	22	7	14	17,5		8
	0,068*	16	8	12	12,5		6
	0,1	22	15	17,5			8
	0,1*	16	9	13	12,5		6
	0,15*	22		14	17,5		
	0,22	28		16	22,5		10
	0,22*	22	10	14	17,5		8
	0,33	28		20	22,5		15
	0,33*	22		19	17,5		10
	0,39*	22	12	21			10
	0,47	28	13	22	22,5		15
	0,47*	22	12		17,5		10
	0,68	32	13	23	27,5		20
	0,68*	28		22	22,5		15
	1	32	15	28	27,5		25
	1*	28	16	24	22,5		20
	1,5	42	15	28	37,5		35
	1,5*	32	17	26	27,5		25
	2,2	42	18	32	37,5		40
	2,2*	32	21	30	27,5		35
315	0,01		7	11,5			3,5
	0,012		8	12,5			5
	0,015	20,5	9	14	17,5		6
	0,018		10	14,5			7
	0,022		10,5	15			8
	0,027		9,5	16			11
	0,033						15
	0,039	26	10	16,5	22,5		20
	0,047		11	18			25
	0,056		12,5	19,5			30
	0,068		11	20			35
	0,082		11,5	20,5			40
	0,1	31,5	12,5	22	27,5		45
	0,15						50
	0,22		17	26			60
630	0,001						0,6
	0,0012						0,8
	0,0015		4	8			1,2
	0,0018						1,5
	0,0022						2,0
	0,0033	20	6	10	17,5		3,0
	0,0047		7	11			4,0
	0,0068		8	12			5,0
	0,01		9				6,0
	0,015		10	19			8,0
	0,022		11				10,0
	0,033	25	10	20	22,5		12,0
	0,047		12	22			15,0
	0,068	30	12	22	27,5		18,0
	0,1		16	26			22,0
	0,15	40	14		37,5		28,0

Окончание.

Начало см. в "Радио", 2002, № 9

Таблица 3 (продолжение)

1	2	3	4	5	6	7	8
1000	0,001		5,6	9			
	0,0012		6,7	10			
	0,0015		7,1	11		0,6	2
	0,0018						
	0,0022						
	0,0027		8	11,5			3
	0,0033	20	8,5		17,5		
	0,0039		6,7	13			4
	0,0047		7,1				
	0,0056		7,5	14			
	0,0068		8	15			
	0,0082					0,8	5
	0,01		8,5	18			
	0,012		7	17			6
	0,015		7,5				
	0,018		8	18	27,5		7
	0,022	30	9	19			8
	0,027		10	20			10
	0,033		10,5				
	0,039		9	21			12
	0,047		10	22			15
1600	0,056		11	24			18
	0,068		12	25	37,5	1	25
	0,082	40	14	26			28
	0,1		15	28			35
	0,12		17	30			40
	0,15		6	10			2
	0,001		8	11	17,5	0,8	4
	0,0012	20					
	0,0015						

Таблица 3 (окончание)

1	2	3	4	5	6	7	8
1600	0,0018	20	8	11	17,5		4
	0,0022						6
	0,0027						
	0,0033		6	12			7
	0,0039						
	0,0047	25			22,5		8
	0,0056		8	16			
	0,0068		10	18			10
	0,0082		11	19			
	0,01						
	0,012		8	18			7
	0,015	30			27,5		10
	0,018		10	20			
	0,022						
	0,027		12	25			18
2000	0,033						
	0,039						
	0,047	40			37,5	1	28
	0,056		15	28			35
	0,068						40
	0,1		18	32			
	0,15			40			
	0,001		7	13			8
	0,0015	25			22,5	0,8	10
	0,0022		9	15			
	0,0033		10	17			15
	0,0047		9				
	0,0068	30	10	18	27,5	1	20
	0,01		12	21			
	0,015		15	23			

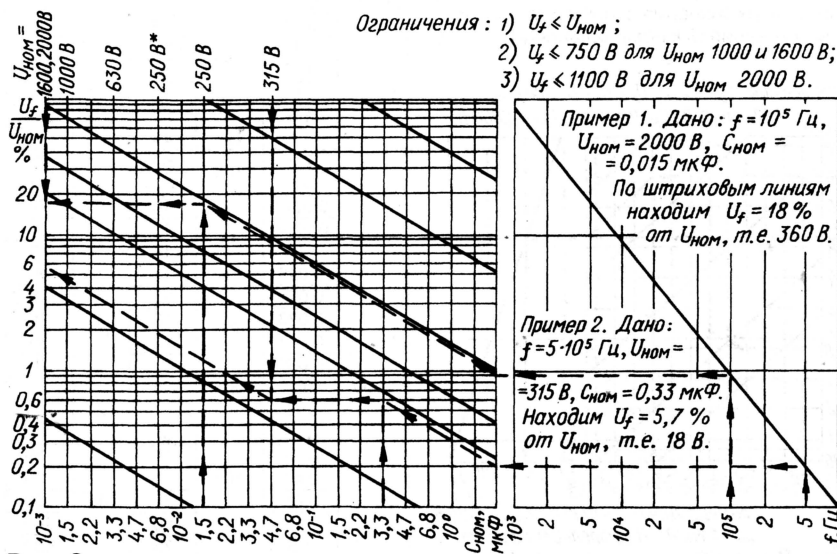


Рис. 6



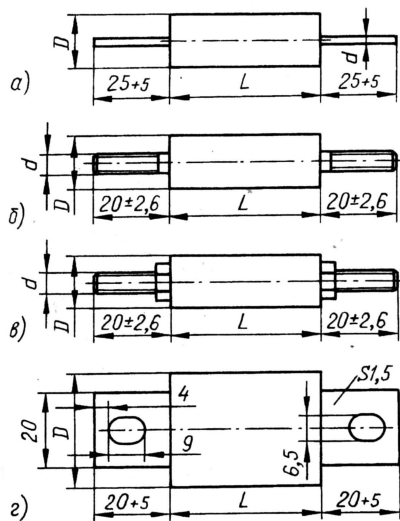


Рис. 7

Номинальная емкость, мкФ ... 0,0047—15  
Номинальное напряжение, В ... 500; 1000;  
1600; 2000

Допускаемое отклонение емкости от номинального значения, % ..... ±5; ±10; ±20  
Тангенс угла диэлектрических потерь, не более, на частоте 1 кГц ..... 0,0015

Сопротивление изоляции, ГОм, не менее, конденсаторов емкостью 0,33 мкФ и менее ..... 50

Постоянная времени, МОм·мкФ, не менее, конденсаторов емкостью более 0,33 мкФ ..... 15 000

Температурный коэффициент емкости, °С<sup>-1</sup> ..... (-5...0)10<sup>-4</sup>

Рабочий интервал температуры окружающей среды, °С -60...+85

Ассортимент выпускаемых конденсаторов К78-12 представлен в табл. 4. На рис. 8 показана зависимость допускаемой амплитуды переменного или синусоидальной составляющей пульсирующего напряжения  $U_0$  (в относительных единицах; по вертикальной оси отложены в процентах значения отношения текущего напряжения  $U_t$  к номинальному  $U_{ном}$ ).

Ограничения:  $U_f \leq U_{ном}$ ;  $U_f \leq 750$  В для  $U_{ном}$  1000 и 1600 В;  $U_f \leq 1100$  В для  $U_{ном}$  2000 В.

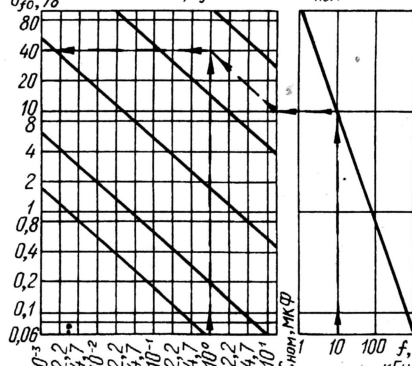


Рис. 8  
Пример. Дано:  $f = 10$  кГц,  $U_{ном} = 1000$  В,  $C_{ном} = 1$  мкФ. По стрелкам находим  $U_f = 40\%$  от  $U_{ном}$ ,  $U_f = 400$  В.

Таблица 4

Номинальное напряжение, В	Номинальная емкость, мкФ	Размеры, мм			Масса, г, не более			
		L <sub>max</sub>	D <sub>max</sub>	d				
500	0,01	22	7	0,6	3			
	0,015		8		4			
	0,022	32				9	8	
	0,033		11	10				
	0,047				16			12
	0,068	20				18		
	0,1		42	22				
	0,15				18		34	
	0,22	20				60		
	0,33		62	1				80
	0,47				16		100	
	0,68	20				150		
	1		82	24				180
	1,5				25		250	
	2,2	30				400		
3,3	36		600					
4,7				42	M5			
6,8		50				75		
10	60		100					
15				75	150			
1000		0,01				32	8	0,8
	0,015	9	6					
	0,022	42	10	1	7			
	0,033		12		1	8		
	0,047					14	1,5	10
	0,068	17		16				
	0,1		62		20			18
	0,15					23	20	
	0,22	24		25				
	0,33		82		29			35
	0,47					35	45	
	0,68	42		60				
	1		105		50			90
	1,5					60	110	
	2,2	72		150				
3,3	50		260					
4,7					60	420		
6,8		72		500				
1600	0,01		42				10	1
	0,015				12	10		
	0,022	62	14	1,5	16			
	0,033		16		20			
	0,047					18	30	
	0,068	25		35				
	0,1		82		22			40
	0,15					26	70	
	0,22	30		80				
	0,33		105		35			120
	0,47					42	150	
	0,68	50		180				
	1		125		43			M5
	1,5					60	240	
	2,2	72		440				
3,3	105		72		640			
2000						0,0047	42	10
		0,0068		12		8		
	0,01	62	14	1,5	10			
	0,015		16		20			
	0,022					18	25	
	0,033	22		30				
	0,047		82		25			40
	0,068					30	50	
	0,1	105		36				
	0,15		44		150			
	0,22					50	200	
	0,33	60		300				
	0,47		73		440			
	0,68					75	660	
	1	135		M6				750
1,5	75		M6		750			
2,2						75	M6	

## К78-16

Малогабаритные высокочастотные фольговые конденсаторы К78-16 предназначены для работы в цепях постоянного, переменного, пульсирующего и импульсного тока. По конструкции — окуленные пластиком (см. рис. 1); выводы — проволоочные, жесткие, луженые, диаметром  $0,5 \pm 0,1$  мм.

Климатическое исполнение — УХЛ (см. К78-12).

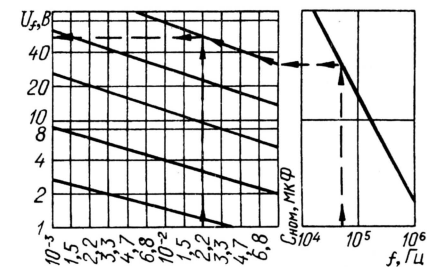
Номинальная емкость, мкФ ... 0,001—0,1  
Номинальное напряжение, В ..... 100  
Допускаемое отклонение емкости от номинального значения, % ..... ±5; ±10; ±20  
Тангенс угла диэлектрических потерь, не более, на частоте 1 кГц ..... 0,0005  
Сопротивление изоляции, ГОм, не менее ..... 100  
Температурный коэффициент емкости, °С<sup>-1</sup> ..... (-5...0)10<sup>-4</sup>  
Рабочий интервал температуры окружающей среды, °С ... -60...+85

Ассортимент выпускаемых конденсаторов К78-16 представлен в табл. 5.

Таблица 5

Номинальная емкость, мкФ	Размеры, мм				Масса, г, не более
	$L_{max}$	$B_{max}$	$H_{max}$	A	
0,001	9	5	7,1	5±0,6	0,5
0,0015					0,8
0,0022					1
0,047	11	5,6	9	7,5±0,75	1,2
0,01	13			10±0,75	2
0,022	16			12±0,9	3
0,047	18	7,5	14	15±0,9	

На рис. 9 показана зависимость допускаемой амплитуды переменного или синусоидальной составляющей пульсирующего напряжения  $U_t$  от частоты  $f$ .



Пример. Дано:  $f = 6 \cdot 10^4$  Гц,  $C_{ном} = 0,022$  мкФ. По стрелкам находим  $U_f = 58$  В.

Рис. 9

## К78-19

Малогабаритные высокочастотные металлопленочные конденсаторы К78-19 предназначены для работы в цепях постоянного, переменного, пульсирующего и импульсного тока. Конденсаторы обернуты липкой лентой, торцы залиты эпоксидным компаундом; выводы — проволоочные, жесткие, луженые (рис. 10).

Климатическое исполнение — УХЛ (см. К78-12).



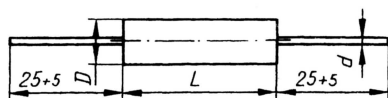


Рис. 10

Номинальная емкость, мкФ ... 0,01—22

Номинальное напряжение, В, при температуре окружающей среды в пределах -60...+85 °С ... 200

Допускаемое отклонение емкости от номинального значения, %, для конденсаторов емкостью

0,47 мкФ и менее ... ±5; ±10; ±20

более 0,47 мкФ ... ±2; ±5; ±10; ±20

Тангенс угла диэлектрических потерь, не более, на частоте 1 кГц ... 0,0015

Сопротивление изоляции, ГОм, не менее, для конденсаторов емкостью

0,22 мкФ и менее ... 50

Постоянная времени, МОм·мкФ, не менее, для конденсаторов емкостью

более 0,22 мкФ ... 15 000

Температурный коэффициент емкости, °С<sup>-1</sup> ... (-5...0)10<sup>-4</sup>

Рабочий интервал температуры окружающей среды, °С -60...+100

Ассортимент выпускаемых конденсаторов К78-19 представлен в табл. 6.

На рис. 11 показана зависимость допускаемого напряжения  $U_T$  от температуры окружающей среды  $T_{окр.ср.}$ , а на рис. 12 — зависимость допускаемой амплитуды переменного или синусоидальной составляющей пульсирующего напряжения  $U_f$  от частоты  $f$ . В табл. 7 сведены

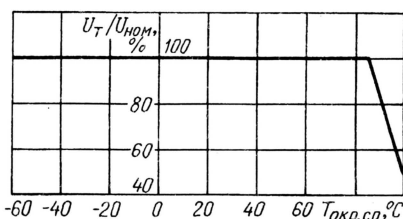
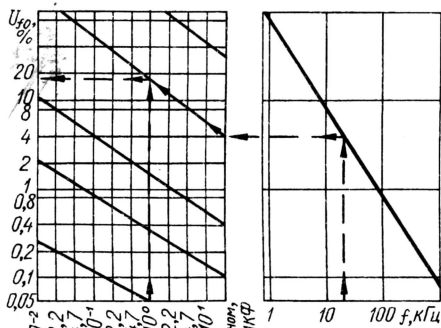


Рис. 11



Пример. Дано:  $f = 20$  кГц,  $C_{ном} = 1$  мкФ,  $U_{ном} = 200$  В ( $T_{окр.ср.} \leq 85$  °С). Находим по стрелкам  $U_f = 17,5\%$  от  $U_{ном}$ ,  $U_f = 35$  В.

Рис. 12

Таблица 7

Номинальная емкость, мкФ	Амплитуда импульсного тока, А	Скорость изменения напряжения, В/мкс
0,01 — 0,033	1,6...5,3	160
0,047 — 1	4,5...9,5	95
0,15 — 0,33	10,5...23	70
0,47 — 1,5	13...42	28
1,8 — 4,7	27...70	15
5,6 — 22	56...220	10

значения предельно допускаемых амплитуды импульсного тока и скорости изменения напряжения.

### К78-29

Металлопленочные конденсаторы К78-29 предназначены для работы в цепях переменного тока частотой 50 и 60 Гц в качестве встроенных элементов внутри комплексных изделий, в том числе в узлах привода трехфазных асинхронных электродвигателей при питании от однофазных сетей, в пусковых устройствах люминесцентных и других газоразрядных ламп. Обернуты липкой лентой, торцы залиты эпоксидным компаундом; по конструкции выводов предусмотрено шесть вариантов (рис. 14): а — проволочные, жесткие, луженые, разнонаправленные; б — гибкие, изолированные, луженые, б и в — однонаправленные, г — разнонаправленные, вариант в снабжен крепежным резьбовым хвостовиком; д и е — жесткие пластинчатые, луженые, д — однонаправленные, е — разнонаправленные. Варианты в и д рассчитаны на диаметр корпуса 25 мм и более. Сечение гибких выводов конденсаторов вариантов б — г на номинальное напряжение 250 Вэфф 0,5 мм<sup>2</sup> для номинальной емкости 20 мкФ и менее и 0,75 мм<sup>2</sup> — более 20 мкФ, а на номинальное напряжение 450 Вэфф 0,5 мм<sup>2</sup> — 12 мкФ и менее и 0,75 мм<sup>2</sup> — более 12 мкФ.

Номинальная емкость, мкФ	Размеры, мм			Масса, г, не более
	$D_{max}$	$L_{max}$	d	
0,01	6,3	16	0,6	2
0,015				
0,022				
0,033				
0,047	8	18	0,8	3
0,068	9			4
0,1	10			5
0,15	9			6
0,22	10	20	0,8	7
0,33	12			8
0,47	10			9
0,47	14			8
0,68	12	30	1	9
0,68	16	20		10
1	14	30		12
1	18	20		15
1,5	16	30	0,8	20
1,5	18	25		35
1,8	20	45		30
2,2	16	35		50
3,3	20	60	1	60
4,7	23			65
5,6	25			70
6,8	21			75
10	24	35	1	80
15	29			
22	35			

Таблица 6

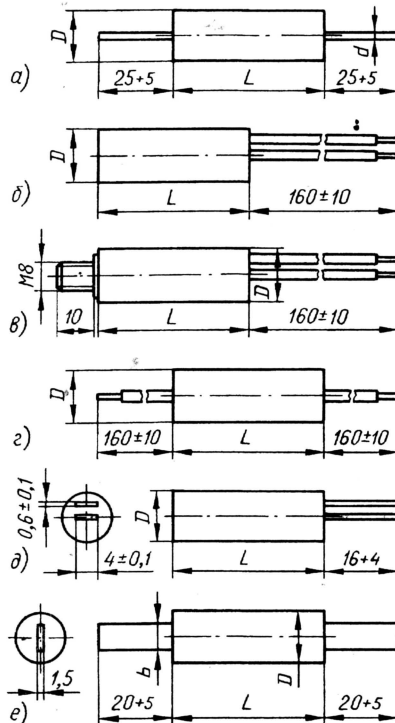


Рис. 14

Климатическое исполнение — УХЛ (см. К78-12) Конденсаторы К78-29 могут быть применены взамен МБГЧ, К75-10.

Номинальная емкость, мкФ ... 1—100

Номинальное переменное напряжение, Вэфф, частотой 50...60 Гц ... 250; 450

Номинальное постоянное напряжение, В ... 350; 630

Допускаемое отклонение емкости от номинального значения, % ... ±10; ±20

Тангенс угла диэлектрических потерь, не более, на частоте 50 Гц ... 0,002

Постоянная времени, МОм·мкФ, не менее ... 15 000

Рабочий интервал температуры окружающей среды, °С ... -60...+85

Ассортимент выпускаемых конденсаторов К78-29 представлен в табл. 9.

### К78-37

Высокочастотные металлопленочные конденсаторы К78-37 предназначены для работы в цепях постоянного, переменного, пульсирующего и импульсного тока. Обернуты липкой лентой, торцы залиты эпоксидным компаундом; выводы — жесткие, проволочные, луженые (см. рис. 10).

Номинальная емкость, мкФ ... 0,001—10

Номинальное напряжение, В, при температуре окружающей среды -60...+85 °С ... 250; 400; 630

Допускаемое отклонение емкости от номинального значения, %, для конденсаторов емкостью

0,47 мкФ и менее ... ±5; ±10; ±20

более 0,47 мкФ ... ±2; ±5; ±10; ±20



Таблица 9

Номинальное перем./пост. напр., Вэфф/В	Номинальная емкость, мкФ	Размеры, мм				Масса, г, не более
		$D_{max}$	$L_{max}^{**}$	d	b	
250/350	1	14	60	1	10	15
	1,6	15				20
	2	16				22
	2,5	17				25
	3	18				27
	3,5	19				30
	4	20				35
	5	21				40
	6	23				55
	7	24				60
	8	26	80	2	20	70
	9	27				75
	10	30				90
	12	32				110
	14	34				150
	16	35				180
	18	36				200
	20	37				225
	25	36				310
	30	40				350
450/630	1	16	60	1	10	20
	1,6	18				25
	2	20				35
	2,5	21				40
	3	22				55
	3,5	24				60
	3,75*	25				65
	4	28				70
	5	30				75
	6	32				80
	7	34	80	2	20	95
	8	35				100
	10	38				110
	12	42				120
	14	42				130
	16	40				155
	18	42				180
	20	44				255
	25	48				270
	30	42				300

Примечания

\* Возможна поставка конденсаторов емкостью 3,75 мкФ на напряжение 450/630 В с встроенным разрядным резистором сопротивлением 1 МОм.

\*\* У конденсаторов варианта д длина L больше указанной на 5 мм.

Тангенс угла диэлектрических потерь, не более, при частоте 1 кГц ..... 0,0015

Сопротивление изоляции, ГОм, не менее, для конденсаторов емкостью 0,33 мкФ и менее ..... 50

Постоянная времени, МОм·мкФ, не менее, для конденсаторов емкостью более 0,33 мкФ ..... 15 000

Температурный коэффициент емкости, °С<sup>-1</sup> ..... (-5...0) 10<sup>-4</sup>

Таблица 10

Номинальное напряжение, В	Номинальная емкость, мкФ	Размеры, мм			Масса, г, не более
		$D_{max}$	$L_{max}$	d	
250	1	3	4	5	6
	0,01	6	20	0,6	2
	0,015	7			3
	0,022	8			4
	0,033	9			5
	0,047	10			6
	0,068	9			8
	0,1	12	30	0,8	9
	0,15	13			10
	0,22	15			15
	0,33	12			17
	0,47	15			20
	0,68	17			30
	1	21	45	1	40
	1,5	22			60
	2,2	28			75
	3,3	33			80
	4,7	36			
	6,8				
	10				

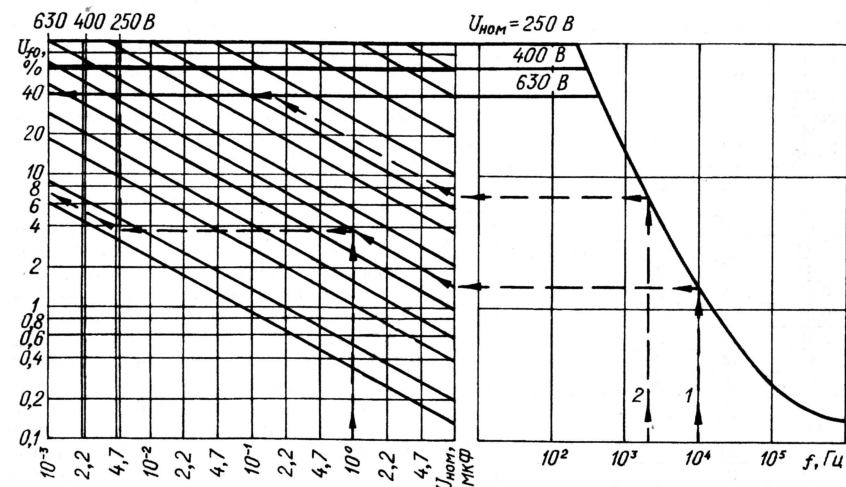
Таблица 11

Номинальное напряжение, В	Номинальная емкость, мкФ	Амплитуда импульсного тока, А	Скорость изменения напряжения, В/мкс
250	0,01 — 0,068	0,3...2,4	35
	0,1 — 0,33	1,5...4,9	15
	0,47 — 1,5	2,8...9	6
	2,2 — 40	5,5...25	2,5
	0,01 — 0,047	0,5...2,3	50
	0,068 — 0,22	1,4...4,4	20
400	0,33 — 0,68	4,3...8,8	13
	1 — 2,2	5,5...12,1	5,5
	0,001 — 0,022	0,07...1,6	75
630	0,033 — 0,1	1...3	30

Ассортимент выпускаемых конденсаторов К78-37 представлен в табл. 10. Зависимость допускаемого напряжения  $U_f$  от температуры окружающей среды  $T_{окр.ср}$  показана на рис. 11, а зависимость допускаемой амплитуды переменного или синусоидальной составляющей пульсирующего напряжения  $U_i$  от частоты  $f$  — на рис. 15. В табл. 11 сведены предельно допускаемые амплитуда импульсного тока и скорость изменения напряжения.

Таблица 10 (окончание)

1	2	3	4	5	6	
400	0,01	6	20	0,6	2	
	0,015	7			3	
	0,022	8			4	
	0,033	9		0,8	6	
	0,047	11			7	
	0,068	9			9	
	0,1	10	30	1	14	
	0,15	13			15	
	0,22	14			20	
	0,33	15			25	
	0,47	18			40	
	0,68	18			50	
	1	22	45	1	25	
	1,5	22			40	
2,2	26	50				
630	0,001	6	20	0,6	2	
	0,0015				2,5	
	0,0022				3	
	0,0033				3,5	
	0,0047				7	
	0,0068	8		30	0,8	4
	0,01	9				5
	0,015	10				6
	0,022	9				7
	0,033	10				8
	0,047	11	9			
	0,068	14	10			
	0,1	16	20			
	0,15	14	22			
	0,22	18	30			
	0,33	20	45	1	30	
	0,47	24			45	
	0,68	24			50	
	1	24			60	

Пример 1. Дано:  $f = 10^4$  Гц,  $C_{ном} = 1$  мкФ,  $U_{ном} = 250$  В ( $T_{окр.ср} \leq 85^\circ\text{C}$ ).Находим по стрелкам  $U_f = 7,2\%$  от  $U_{ном}$ ,  $U_f = 18$  В.Пример 2. Дано:  $f = 2 \cdot 10^3$  Гц,  $C_{ном} = 0,1$  мкФ,  $U_{ном} = 630$  В ( $T_{окр.ср} \leq 85^\circ\text{C}$ ).Находим по стрелкам  $U_f = 40\%$  от  $U_{ном}$ ,  $U_f = 252$  В.

Рабочий интервал температуры окружающей среды, °С ..... -60...+100

Материал подготовили  
Г. Демиденко, В. Хаецкий

г. Санкт-Петербург



#### Катушки индуктивности

Любой проводник с током создает вокруг себя магнитное поле. Отношение магнитного потока этого поля к порождающему его току называется индуктивностью. Индуктивность прямого отрезка проводника невелика и составляет 1...2 мкГн на каждый метр длины в зависимости от диаметра провода (тонкие проводники имеют большую индуктивность). Более точные результаты дает формула

$$L = 0,2\ell(\ln 4\ell/d - 1),$$

где  $\ell$  — длина провода;  $d$  — его диаметр. Оба размера надо брать в метрах (под знаком логарифма допустимо в любых, но одинаковых единицах), индуктивность получится в микрогенри. Для облегчения расчетов напомним, что натуральный логарифм любого числа в 2,3 раза больше десятичного логарифма (который можно найти с помощью таблиц, логарифмической линейки или калькулятора), т. е.

$$\ln x = 2,3 \lg x.$$

Зачем мы дали эту формулу? Поясним примером.

Пусть выводы некоторого радиоэлемента имеют длину 4 см при диаметре 0,4 мм. Сосчитаем их индуктивность:

$$2,3 \lg 100 = 4,6 \text{ и } 0,2 \cdot 0,04 \cdot 3,6 = 0,03 \text{ (округляем)}.$$

Итак, индуктивность каждого вывода близка к 0,03 мкГн, а двух выводов — 0,06 мкГн. С емкостью всего 4,5 пФ (а емкость монтажа может быть и больше) такая индуктивность образует колебательный контур, настроенный на частоту 300 МГц, — вспомните формулу Томсона:

$$f = 1/2\pi\sqrt{LC}.$$

Вот почему на УКВ нельзя вести монтаж длинными проводами и оставлять длинные выводы деталей.

Чтобы увеличить индуктивность, проводник сворачивают в кольцо. Магнитный поток внутри кольца возрастает, и индуктивность становится примерно втрое больше:

$$L = 0,2\pi D(\ln 8D/d - 2).$$

Здесь  $D$  — диаметр кольца, размерности те же. Дальнейшее увеличение индуктивности происходит при увеличении числа витков, при этом магнитные потоки отдельных витков не только складываются, но и воздействуют на все остальные витки. Поэтому индуктивность возрастает пропорционально квадрату числа витков. Если в катушке  $N$  витков, полученную для одного витка индуктивность надо умножить на  $N^2$ .

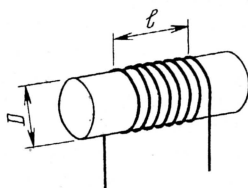


Рис. 23

Для однослойной цилиндрической катушки с длиной  $\ell$ , намного большей диаметра  $D$  (рис. 23), индуктивность достаточно точно рассчитывается по формуле

$$L = \mu_0 N^2 S / \ell,$$

строго выведенной для очень длинного соленоида или тора. Все размерности здесь в системе СИ (метры, Генри),  $\mu_0 = 4\pi \cdot 10^{-7}$  Гн/м — магнитная константа;  $S = \pi D^2/4$  — площадь поперечного сечения катушки;  $\mu$  — эффективная магнитная проницаемость магнитопровода. Для незамкнутых магнитопроводов она значительно меньше проницаемости самого материала. Например,

для стержня магнитной антенны из феррита марки 600НН (магнитная проницаемость 600)  $\mu$  едва достигает 150. Если магнитопровода нет,  $\mu = 1$ .

Очень точные результаты эта формула дает для тороидальных катушек, причем  $\ell$  соответствует длине окружности кольцевого магнитопровода, измеренной по его средней линии. Формула годится и для низкочастотных трансформаторов, намотанных на Ш-образном магнитопроводе (рис. 24). В этом случае  $S = ab$  — площадь сечения магнитопровода, а  $\ell$  — это средняя длина магнитной силовой линии, показанная на рисунке пунктиром. Для замкнутых магнитопроводов, собранных

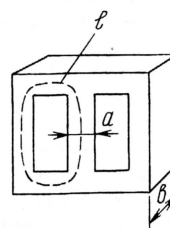


Рис. 24

без зазора, как и для ферритовых колец,  $\mu$  берется равной магнитной проницаемости материала. Малый зазор незначительно снижает  $\mu$ . Учесть его влияние можно, увеличив длину магнитной силовой линии  $\ell$  на величину  $\delta\mu$ , где  $\delta$  — ширина зазора,  $\mu$  — магнитная проницаемость материала сердечника.

Как видим, от диаметра провода индуктивность практически не зависит. У низкочастотных катушек диаметр провода выбирают исходя из допустимой плотности тока, для медных проводников 2...3 ампера на каждый мм<sup>2</sup> сечения проводника. В других случаях, особенно у радиочастотных



катушек, стремятся получить минимальное сопротивление проводника, чтобы увеличить добротность (отношение индуктивного сопротивления к активному).

С этой целью надо, казалось бы, увеличивать диаметр провода, но тогда увеличивается длина намотки, что снижает индуктивность, а при тесном, многослойном расположении витков наблюдается эффект «вытеснения» тока из обмотки, что увеличивает сопротивление. Эффект аналогичен вытеснению тока на высоких частотах в любых проводниках, в результате чего ток течет только в тонком скин-слое у поверхности проводника. Толщина скин-слоя уменьшается, а сопротивление провода растет пропорционально корню квадратному из частоты.

Таким образом, для получения нужных индуктивности и добротности совсем не обязательно выбирать самый толстый провод. Например, если однослойную катушку (см. рис. 23) намотать толстым проводом виток к витку или вдвое более тонким проводом, но с шагом, равным диаметру провода, индуктивность останется прежней и добротность почти не уменьшится. Добротность возрастает при увеличении вместе с диаметром провода всех размеров катушки, главным образом, ее диаметра.

Для получения максимальной добротности и индуктивности катушку выгоднее делать короткой, но большого диаметра, с отношением  $D/\ell$  порядка 2,5. Индуктивность таких катушек более точно рассчитывается по эмпирической (подобранной опытным путем) формуле

$$L = 0,1D^2N^2/(4D + 11\ell),$$

где размеры берутся в сантиметрах, а индуктивность получается в микрогенри. Любопытно, что эта же формула применима для спиральной или корзиночной плоской катушки (рис. 25). В качестве  $D$  берут средний диаметр:

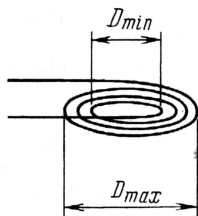


Рис. 25

$D = (D_{\max} + D_{\min})/2$ , а в качестве  $\ell$  — ширина намотки,  $\ell = (D_{\max} - D_{\min})/2$ .

Индуктивность многослойной катушки без сердечника (рис. 26) вычисляется по формуле

$$L = 0,08D^2N^2/(3D + 9b + 10c),$$

где размеры подставляются в сантиметрах, а индуктивность получается в микрогенри. При плотной рядовой намотке

добротность не превосходит 30...50, «рыхлая» намотка (внавал, универсал) дает большие значения добротности. Еще лучше «сотовая» намотка, теперь практически забытая. На частотах до 10 МГц добротность увеличивается при использовании литцендрата — провода, скрученного из многих тонких изолированных жилок. У литцендрата больше общая поверхность провода, по которой, собственно, и течет ток из-за скин-эффекта, а следовательно, меньше сопротивление на высокой частоте.

Подстроечник из магнитодиэлектрика увеличивает индуктивность вплоть до 2—3 раз, в зависимости от размеров подстроечника. Еще большее увеличение индуктивности дают замкнутые или частично замкнутые магнитопроводы, например, горшкообразные. В этом случае лучше пользоваться строгой формулой для соленоида или тора (см. выше). Добротность катушки на замкнутом магнитопроводе определяется не столько проводом, сколько потерями в материале сердечника.

В заключение главы приведем несколько полезных формул для подсчета активного сопротивления проводов. Погонное сопротивление (на метр длины) медного провода на постоянном токе и низких частотах (Ом/м) легко найти по формуле

$$R_{\text{п}} = 0,0223/d^2,$$

где  $d$  — диаметр провода, мм. Толщина скин-слоя для меди (мм) примерно равна  $1/15\sqrt{f}$  (МГц). Обратите внимание: уже на частоте 1 МГц ток проникает в провод на глубину всего 0,07 мм! В случае, когда диаметр провода больше толщины скин-слоя, сопротивление возрастает по сравнению с сопротивлением на постоянном токе. Погонное сопротивление провода на высокой частоте оценивают по формуле

$$R_{\text{п}} = \sqrt{f}/12d \text{ (мм)}.$$

К сожалению, эти формулы нельзя использовать для определения активного сопротивления катушек, поскольку

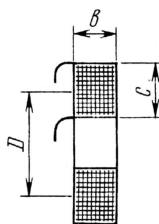


Рис. 26

из-за эффекта близости витков оно получается еще больше.

Настало время дать ответы на первые задачи, приведенные в предыдущих разделах. Задача из введения («Радио», 2002, № 9, с. 52): какова длительность единичных импульсов (по отношению к периоду) на выходе логического элемента (рис. 2), если он переключается

при напряжении 2 В, а на вход подан синусоидальный сигнал с амплитудой 4 В? Решать эту задачу проще и нагляднее графически — надо по возможности точнее нарисовать синусоиду амплитудой 4 В и провести прямую горизонтальную линию на уровне порога переключения элемента, т. е. 2 В (рис. 27). Элемент будет переключаться в моменты времени, соответствующие точкам пересечения синусоиды с этой линией. Длительность получившихся импульсов (выделены утолщенными линиями) теперь можно измерить линейкой — она составит 1/3 периода.

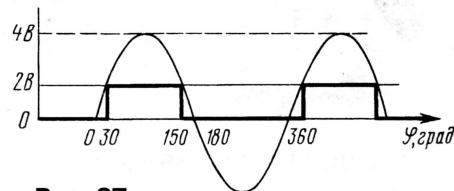


Рис. 27

По горизонтальной оси графика целесообразно отложить не время, а фазу колебания  $\varphi$ . Полный период составит  $360^\circ$ , а моменты переключения находятся из уравнения  $4\sin\varphi = 2$  или  $\sin\varphi = 1/2$  (оно приравняет мгновенное значение напряжения порогу переключения). Решения уравнения:  $\varphi = 30^\circ, 150^\circ$  и т. д. Разность фаз между моментами переключения составляет  $150 - 30 = 120^\circ$ , длительность импульса по отношению к периоду составит  $120/360 = 1/3$ . Таким образом, задачу можно решить и алгебраически, но легко запутаться в многозначном решении уравнения для  $\varphi$ , поэтому нарисовать график оказалось очень полезно. Если даже не стараться рисовать график аккуратно, по нему получим приближенную оценку, а из решения алгебраического уравнения — точный результат.

Теперь вторая задача, предложенная в конце первого раздела: Измерения батареи показали ЭДС 12 В и ток короткого замыкания 0,4 А. Какую взять лампочку, чтобы свет был как можно ярче? Определяем внутреннее сопротивление батареи:

$$r = E/I_{\text{кз}} = 12/0,4 = 30 \text{ Ом}.$$

Чтобы свет был максимально ярким, на лампочке фонаря должна выделяться максимальная мощность (не напряжение, и не ток, а именно мощность, преобразующаяся затем в тепло:  $Q = P \cdot t$ ). Это происходит при равенстве сопротивления нагрузки внутреннему сопротивлению источника:  $R = r$ . Из всех перечисленных лампочек лишь одна удовлетворяет этому условию — находим ее сопротивление по закону Ома:  $6 \text{ В}/0,2 \text{ А} = 30 \text{ Ом}$ . Она и окажется самой яркой. Заметьте также, что на ней выделяется напряжение 6 В и будет протекать ток 0,2 А, т. е. лампа будет светиться в рекомендуемом для нее режиме.



# ПРОСТОЙ ИБП НА ОСНОВЕ “ЭЛЕКТРОННОГО ТРАНСФОРМАТОРА”

А. ШАРОНОВ, г. Чита

**В статье описан весьма простой импульсный блок питания. Его простота обусловлена применением “электронного трансформатора” — серийного изделия, предназначенного для питания галогенных ламп.**

Для питания современных электронных устройств все более широкое применение находят импульсные источники, в которых напряжение преобразуется на высокой частоте. Это позволяет, как известно, значительно уменьшить габариты и массу подобных блоков питания по сравнению с линейными.

Однако у начинающих радиолюбителей при самостоятельном изготовлении импульсных блоков питания наибольшую трудность вызывает налаживание, в процессе которого зачастую выходят из строя дорогие высоковольтные транзисторы. Да и питающее напряжение в первичных цепях, гальванически связанных с сетью, довольно высоко — около 300 В, что, во-первых, предъявляет повышенные требования к межобмоточной изоляции трансформатора преобразователя, а во-вторых, делает налаживание такого блока небезопасным занятием.

Весьма просто эту проблему можно решить, если использовать готовое устройство — “электронный трансформатор”. Подобные устройства появились в продаже несколько лет назад в специализированных магазинах, торгующих профессиональным электротехническим и торговым оборудованием.

“Электронные трансформаторы” предназначены для питания 12-вольтовых галогенных ламп подсветки витрин. Их питают от сети напряжением 220 В, частотой 50 Гц, а на выходе у них — импульсы переменного тока повышенной частоты амплитудой 12 В.

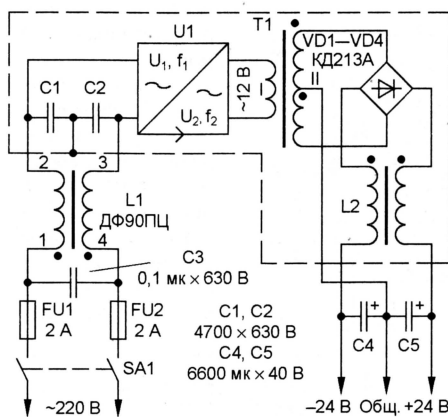
В описываемом устройстве применен трансформатор мощностью 105 Вт, однако есть и более мощные модели. В зависимости от страны-изготовителя и торгующей организации цена этого изделия колеблется от 250 до 350 руб.

Фактически такой трансформатор представляет собой очень компактный импульсный преобразователь напряжения. Частота преобразования (в зависимости от модели) составляет от 50 до 80 кГц.

Для практического использования в источнике питания “электронный

трансформатор” не требует никаких доработок. Необходимо только изготовить сетевой фильтр, согласующий трансформатор, выпрямитель и выходной фильтр.

На рисунке показана схема источника питания на основе подобного изделия. Это устройство в течение двух лет работает совместно со стереофоническим усилителем с выходной мощностью 2×20 Вт. Его выходное напряжение под нагрузкой 100 мА при номинальном напряжении питающей сети 220 В — ±25 В. Если ток нагрузки увеличивается до 2,2 А, выходное напряжение снижается до ±20 В.



Питающее напряжение через выключатель SA1 и предохранители FU1 и FU2 поступает на фильтр L1C1—C3, защищающий сеть от помех импульсного преобразователя. Среднюю точку включения конденсаторов C1 и C2 соединяют с экранирующим кожухом блока питания. Необходимо особо отметить, что кожух должен быть изолирован от общего провода и металлического шасси питаемого устройства (нагрузки).

Далее сетевое напряжение поступает на вход “электронного трансформатора” U1, с выходных клемм которого (с надписью 12 В) пониженное напряжение подают на согласующий трансформатор T1. Переменное напряжение

со вторичной обмотки трансформатора выпрямляет диодный мост VD1—VD4 и сглаживает фильтр L2C4C5.

Дроссель L1 использован готовый ДФ90ΠЦ от телевизоров ЗУСЦТ.

Трансформатор T1 изготавливают самостоятельно. От числа витков его вторичной обмотки зависит выходное напряжение блока питания. Трансформатор выполнен на кольцевом магнитопроводе К30×18×7 из феррита М2000НМ. Первичная обмотка содержит 10 витков провода ПЭВ-2 1,2. Вторичную обмотку (для выходного напряжения ±24 В) наматывают сложным вдвое проводом ПЭВ-2 0,8. Она содержит 22 витка. Соединяя конец первой полуобмотки с началом второй, получают среднюю точку вторичной обмотки.

Дроссель L2 также самодельный. Его наматывают на таком же, как и трансформатор, ферритовом кольце К30×18×7 М2000НМ проводом ПЭВ-2 0,8. Обе обмотки содержат по 20 витков.

Выпрямительные диоды необходимо расположить на теплоотводе площадью не менее 50 см<sup>2</sup>. Причем диоды, у которых аноды соединены с минусовым выходом моста, следует изолировать от теплоотвода слюдяными прокладками, а сам теплоотвод — от кожуха блока питания.

Сглаживающие конденсаторы C4 и C5 состоят из трех параллельно включенных К50-46 емкостью 2200 мкФ каждый.

Экранирующий кожух можно сделать из тонкой листовой латуни или луженой жести. В нем необходимо предусмотреть отверстия для охлаждения.

Детали блока питания размещают на плате из изоляционного материала и соединяют отрезками изолированного монтажного провода. Конструктивное исполнение должно полностью исключать возможность прикосновения к проводникам и деталям устройства, подключаемым к входу “электронного трансформатора”, которые находятся под сетевым напряжением.

Правильно собранный блок питания начинает работать сразу и в налаживании не нуждается. Во время проверки к выходу каждого плеча следует подключить резисторы сопротивлением 240 Ом с мощностью рассеяния не менее 3 Вт. Без нагрузки блок включать не рекомендуется.

В случае, если питаемое устройство содержит высокочувствительные цепи (например, микрофонные усилители), то сглаживающие конденсаторы C4 и C5 полезно зашунтировать керамическими конденсаторами емкостью по 0,33 мкФ на номинальное напряжение не менее 63 В (можно включить несколько конденсаторов параллельно).



# ЛАЗЕРНЫЙ СВЕТОТЕЛЕФОН

В. СОЛОНЕНКО, г. Геническ Херсонской обл., Украина

**О лазерной указке и ее использовании в различных конструкциях на страницах журнала рассказывалось немало. Предлагались, например, фототир, тренажер снайпера, охранные устройства. Сегодня читатели смогут познакомиться со светотелефоном на базе такой указки, который был разработан в кружке радиоконструирования Генической районной станции юных техников под руководством автора статьи — Василия Георгиевича Солоненко.**

Этот светотелефон разрабатывался для демонстрационных целей, но им можно пользоваться и для связи между пунктами, удаленными друг от друга до 100 м. Конечно, в каждом пункте должен быть передатчик и приемник.

Сначала о передатчике. Схема одного из вариантов его приведена на **рис. 1**. Поскольку напряжение питания батареи, входящей в комплект указки, составляет

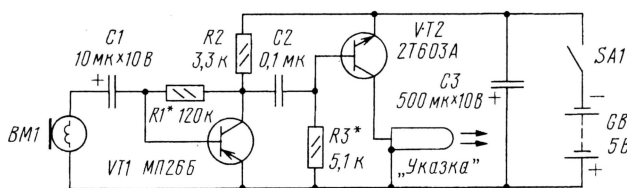


Рис. 1

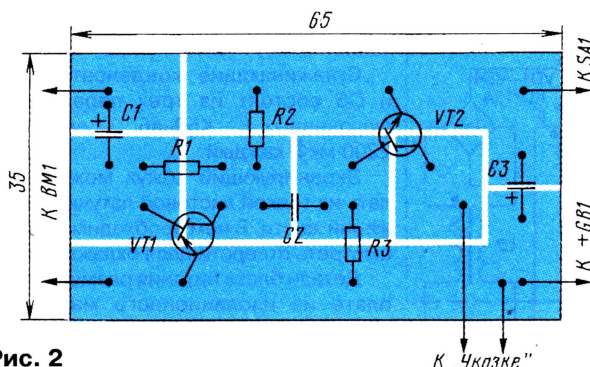


Рис. 2

4,5 В, а потребляемый указкой ток — около 35 мА, то модулирующий каскад выполнен на одном транзисторе.

Но для увеличения уровня сигнала с динамического микрофона BM1 необходим еще один каскад усиления. В итоге получился двухкаскадный усилитель, который позволяет получить амплитудную модуляцию лазерного луча при разговоре перед микрофоном.

Звуковые колебания, преобразованные микрофоном в электрический ток, поступают через разделительный конденсатор C1 на базу транзистора VT1 первого каскада усиления. Усиленный сигнал снимается с резистора нагрузки R2 и подается через конденсатор C2 на базу транзистора VT2 второго усилительного каскада. Его нагрузкой служит лазерная указка. Изменяющийся ток коллектора этого транзистора приводит к изменению яркости лазерного луча. Конденсатор C3 предотвращает возмоз-

ное возбуждение передатчика из-за паразитной связи через источник питания.

Детали этого варианта передатчика монтируют на плате (**рис. 2**) из односторонне фольгированного стеклотекстолита.

Передатчик можно упростить (**рис. 3**), если использовать электретный микрофон. Звуковой сигнал, преобразованный микрофоном BM1, выделяется на резисторе R1 и поступает через конденсатор C1

на базу транзистора VT1 единственного каскада усиления. Коллекторный ток транзистора модулирует лазерный луч указки.

Для этого варианта передатчика детали располагают на печатной плате, чертеж которой приведен на **рис. 4**.

Теперь о приемнике. После многочисленных экспериментов по выбору фотодатчика пришлось остановиться на мощном транзисторе со спиленной шляпкой. Он был ис-

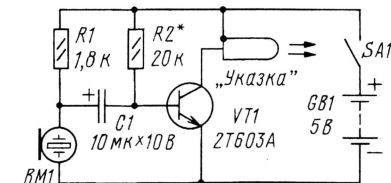


Рис. 3

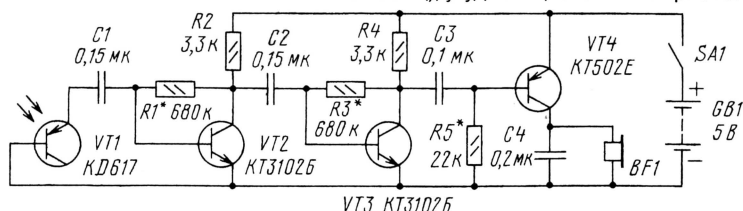


Рис. 5

пользован для преобразования световой энергии луча лазера в электрическую и подключен ко входу усилителя через разделительный конденсатор, наподобие микрофона. Такой способ позволяет

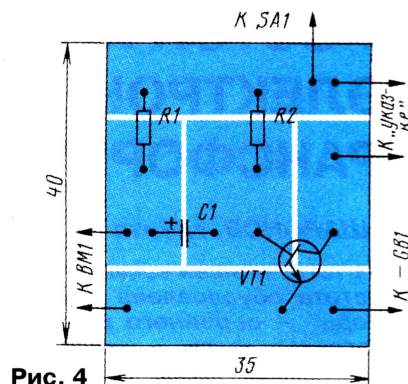


Рис. 4

использовать в качестве фотоприемника любой усилитель ЗЧ с микрофонным входом без доработки.

Указанный фотодатчик развивает ЭДС, достаточную для прослушивания головных телефонов на расстоянии до 2 м без усилителя. Более того, в качестве фотодатчика можно использовать неисправный транзистор, если у него цел хотя бы один переход.

В фотоприемнике использован трехкаскадный усилитель (**рис. 5**). Световая энергия лазерного луча преобразуется фотодатчиком VT1 в электрический сигнал, который поступает через разделительный конденсатор C1 на базу транзистора VT2 первого усилительного каскада. Усиленный сигнал снимается с нагрузки каскада (резистор R2) и подается через конденсатор C2 на вход второго каскада, выполненного на транзисторе VT3. С его нагрузки (резистор R4) сигнал подается через конденсатор C3 на вход третьего каскада, в котором работает транзистор VT4. В качестве головных телефонов BF1 был использован динамический микрофон, поскольку он обеспечивал более высокое качество звучания. Конденсатор C4 шунтирует нагрузку по высшим частотам и предотвращает самовозбуждение усилителя.

Поскольку приемник предназначен для воспроизведения речи, нижнюю границу частоты полосы пропускания целесообразно поднять до 300 Гц уменьшением емкостей разделительных конденсаторов. Это значительно ослабляет наводки от источников света (питающихся от сети частотой 50 Гц), ухудшающие качество приема.

Детали приемника монтируют на печатной плате (**рис. 6**) из односторонне фольгированного стеклотекстолита. Как и другие платы, эта выполнена методом прорезания изолирующих дорожек.



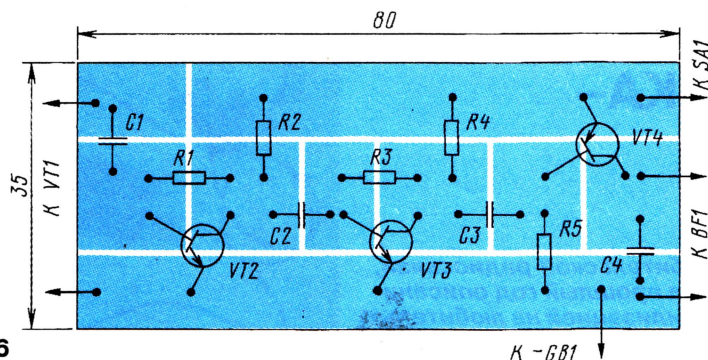


Рис. 6

В конструкции светотелефона могут быть использованы оксидные конденсаторы серии К50-16, остальные — К73-17, КМ-5, КМ-6. Резисторы — МЛТ, ВС или другие соответствующей мощности. В первом варианте передатчика вместо транзистора МП26Б допустимо использовать любой из серий МП40—МП42, транзистор 2Т603А заменим на КТ603, КТ608 с любым буквенным индексом. Такой же транзистор может быть установлен во втором варианте передатчика, но с коэффициентом передачи тока не менее 150, иначе не удастся получить нужную глубину модуляции.

Во втором варианте передатчика был использован электретный микрофон СЗН-15Е.

В приемнике на месте фотодатчика были опробованы транзисторы серий КТ803, КТ808, КТ827, КД617 (фирмы TESLA). Наилучшие результаты показал КД617. Транзисторы приемника могут быть указанных на схеме серий с любым буквенным индексом. На месте BF1, кроме МДМ-7, можно использовать головные телефоны от плеера, а также любые электромагнитные телефоны или капсулы сопротивлением 50—150 Ом, например, ТК-67, ТА-56. Источник питания в передатчиках и приемнике — батарея, составленная из четырех последовательно соединенных аккумуляторов Д-0,26.

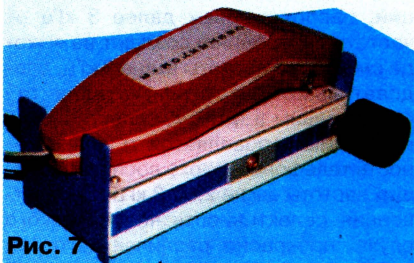


Рис. 7

Налаживание приемника начинают с установки половины напряжения питания на коллекторах транзисторов VT2, VT3 подбором резисторов R1, R3 соответственно. При налаживании третьего каскада в цепь коллектора транзистора VT4 включают миллиамперметр и подбором резистора R5 устанавливают ток 10 мА.

При налаживании первого варианта передатчика сначала устанавливают полови-

ну напряжения питания на коллекторе транзистора VT1 подбором резистора R1. Затем, расположив приемник и передатчик на расстоянии 10...15 м друг от друга, подбором резистора R3 добиваются максимальной яркости лазерного луча при хорошем качестве принимаемого сигнала.

Аналогичных результатов добиваются при налаживании второго варианта передатчика подбором резистора R2.

К сожалению, лазерные указки имеют большой разброс по параметрам, поэтому сопротивление резистора, регулирующего яркость луча, может значительно отличаться от указанного на схеме.

Конструктивно светотелефон выполнен в виде телефонной трубки с подставкой (рис. 7). В корпусе трубки расположены плата передатчика и источник питания с выключателем, а в подставке — фотодатчик, плата приемника с выключателем и лазерная указка. Телефонная трубка может быть соединена с подставкой четырехпроводным кабелем через

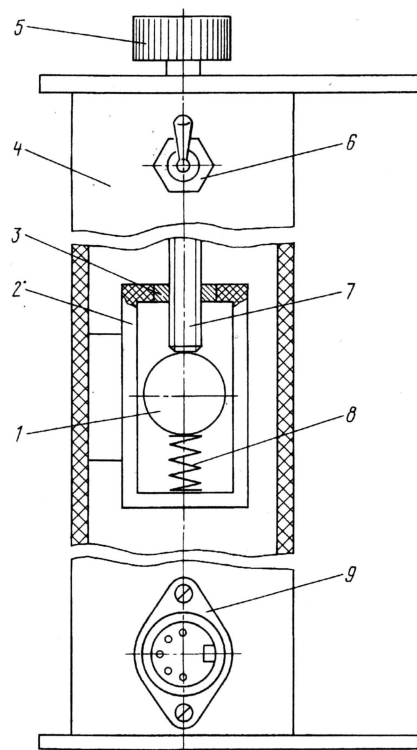


Рис. 8

разъем (на схеме он не показан). Фотодатчик помещен в цилиндрический стакан (коробка от диафильмов) для защиты от боковой засветки.

Конструкция светотелефона разрабатывалась для учебно-демонстрационных целей, поэтому фотодатчик и лазер не имеют стационарного крепления, а расположены в подставке под телефонную трубку. Поскольку во время демонстраций работы светотелефона сложно найти удаленные друг от друга горизонтальные поверхности, расположенные на одинаковой высоте, то для совмещения лазера с фотодатчиком приемника используется несложное устройство для перемещения луча лазера в вертикальной плоскости (рис. 8).

Оно состоит из рамки 2, склеенной из полистирола растворителем Р647 или Р650 и неподвижно прикрепленной к стенке корпуса 4. Рамка расположена на заднем конце указки 1, передняя часть которой с помощью конусной насадки упирается в отверстие в передней стенке корпуса. Указка снизу подпружинивается полусжатой пружиной 8, а сверху удерживается шпилькой 7 с резьбой. Для перемещения шпильки в верхнюю часть рамки вплавлена гайка 3, а снаружи на шпильку надета ручка 5. Поворотом ручки можно перемещать заднюю часть указки в вертикальной плоскости, что приводит к перемещению луча лазера. На передней стенке корпуса укреплены выключатель питания приемника 6 и разъем 9.

Для связи через светотелефон необходимо установить его подставку вертикально (рис. 9). Перемещением подставки в горизонтальной плоскости совместить луч лазера с фотодатчиком приемника другого пункта связи, а в вертикальной плоскости откорректировать положение луча ручкой 5 (рис. 8).



Рис. 9

В ходе испытаний светотелефона проводились связи через луч, отраженный от оконного стекла, а также от полированной мебели. В обоих случаях качество связи оставалось высоким. Для увеличения дальности связи можно использовать фокусирующие линзы. В нашей конструкции по диаметру светозащитной трубки одевалась фокусирующая линза от фильмоскопа «Огонек».



# ПРОСТОЙ РАДИОПРИЕМНИК КОРОТКОВОЛНОВИКА— НАБЛЮДАТЕЛЯ

В. ПОЛЯКОВ (РАЗААЕ)

**Продолжая цикл статей по основам любительской радиосвязи, начатый в августовском номере журнала за прошлый год описанием простого передатчика с кварцевой стабилизацией на любительский диапазон 160 метров, предлагаем конструкцию простого гетеродинного радиоприемника на тот же диапазон. Приемник может заинтересовать как начинающих коротковолновиков-наблюдателей, так и более опытных радиоспортсменов. Благодаря своей экономичности и небольшому габаритам приемник особенно подходит для работы в полевых условиях.**

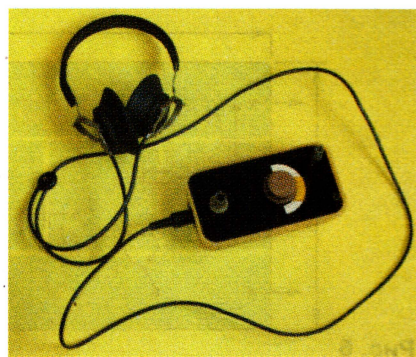
Для приема сигналов радиолубительских станций обычные массовые радиовещательные приемники непригодны без их настолько существенной модернизации, что проще построить приемник заново. Дело даже не в их низкой чувствительности и излишне широкой полосе пропускания, а в том, что они рассчитаны на прием амплитудно-модулированных (АМ) сигналов. Любители же давно отказались от АМ ввиду ее низкой эффективности и используют на коротких волнах (КВ) исключительно телеграф (CW) или однополосную модуляцию (SSB) речевым сигналом. По этой причине и приемник должен проектироваться на совершенно иных принципах. В частности, в нем не нужен амплитудный детектор, а основное усиление целесообразно сделать на низких, звуковых частотах, где это гораздо проще и дешевле.

CW сигнал представляет собой короткие и длинные посылки немодулированной несущей частоты, лежащей в одном из радиолубительских диапазонов, в нашем случае 1,8...2 МГц (160 метров). Чтобы сигнал зазвучал привычной мелодией азбуки Морзе, его высокую частоту необходимо преобразовать вниз, в диапазон ЗЧ. Это делает установленный на входе приемника (рис. 1), сразу после входно-

мы получим на выходе смесителя сигналы суммарной (3801 кГц) и разностной (1 кГц) частот. Суммарная частота нам не нужна, а сигнал разностной, звуковой частоты отфильтруем (Z2), усилим в УЗЧ А1 и подадим на телефонные BF1. Как видите, приемник действительно очень прост.

SSB сигнал представляет собой тот же звуковой, но со спектром, перенесенным в область радиочастот. На низкочастотных любительских диапазонах (160, 80 и 40 метров) спектр SSB сигнала еще и инвертирован (излучается нижняя боковая полоса, LSB). Это значит, что при несущей частоте SSB сигнала 1900 кГц его спектр простирается от 1897 до 1899,7 кГц, т. е. 1900 кГц — (0,3...3 кГц). Подавляемая верхняя боковая (USB) занимает полосу частот 1900,3...1903 кГц, как видно на спектрограмме (рис. 2). Излучаемая LSB выделена утолщенными линиями. Для приема этого сигнала достаточно настроить гетеродин точно на частоту 1900 кГц.

Гетеродинный приемник изобрели еще на заре радиотехники, ориентировочно в 1903 году, когда еще не было ни ламп, ни других усилительных приборов, но уже были антенны, телефоны и генераторы незатухающих колебаний (дуговые, электромашинные). Последующее десятилетие для слухового



ли использовать АМ, и о гетеродинных приемниках прочно и надолго забыли.

Возродили эту технику радиолубители в 60—70-х годах прошлого века, доказав на практике, что приемник на трех-четырех транзисторах может принимать радиостанции всех континентов, работая не хуже больших многоламповых аппаратов. Но название стало другим — приемник прямого преобразования (Direct Conversion Receiver, DCR), чем подчеркивался факт непосредственного преобразования (именно преобразования, а не детектирования) частоты радиосигнала в низкую звуковую частоту.

Снова обращаясь к рис. 1, поясним назначение фильтров. Входной полосовой фильтр Z1 ослабляет мощные внеполосные сигналы служебных и радиовещательных станций, которые могут создавать помехи. Его полоса пропускания может равняться ширине любительского диапазона, а если она уже, фильтр делают перестраиваемым. Ослабляет он и побочные каналы приема, возможные на гармониках гетеродина. Фильтр Z2 — это ФНЧ, пропускающий только “телефонную” полосу звуковых частот ниже примерно 3 кГц. Самые же низкие частоты, ниже 300 Гц, достаточно ослабляются разделительными конденсаторами в УЗЧ.

Фильтр Z2 определяет селективность приемника: сигналы радиостанций, расположенных далее 3 кГц от частоты гетеродина, создают на выходе смесителя частоты выше 3 кГц, следовательно, будут эффективно отфильтрованы в ФНЧ. К селективности приемника добавляется и селективность телефонов, плохо воспроизводящих частоты выше 2,5...3 кГц, и естественная селективность человеческого слуха, прекрасно различающего тон сигналов и выделяющего полезный сигнал на фоне помех — ведь если частоты различаются в радиодиапазоне, после преобразования они будут различаться и в звуковом диапазоне. Ничего этого нет и в помине в АМ приемниках с детектором — ему все равно, какие сигналы детектировать (на частоту он не реагирует), в результате все сигналы, прошедшие через радиотракт, создают помехи.

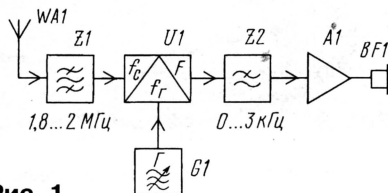


Рис. 1

го фильтра Z1, преобразователь частоты, содержащий смеситель U1 и маломощный вспомогательный генератор — гетеродин G1.

Предположим, мы хотим принять CW сигнал на частоте 1900 кГц. Настроив гетеродин на частоту 1901 кГц,

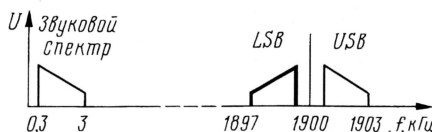


Рис. 2

приема телеграфных сигналов применялись исключительно гетеродинные приемники. Затем были изобретены ламповый регенератор, или аудион (1913 г.), супергетеродин (1917 г.), кстати, получивший свое название от гетеродинного приемника, широко ста-



К недостаткам гетеродинного приемника относится двухполосный прием: в нашем примере приема CW сигнал помехи с частотой 1902 кГц также даст разностную частоту 1 кГц и будет принят. Иногда такую помеху удается устранить. Дело в том, что на сигнал с частотой 1900 кГц возможны две настройки — верхняя (частота гетеродина равна 1901 кГц) и нижняя (1899 кГц). Если помеха слышна при одной настройке, то, возможно, ее не будет при другой.

На SSB сигнал возможна только одна настройка — 1900 кГц, но все сигналы с частотами 1900...1903 кГц будут создавать помехи (см. рис. 2) и устранить их нельзя. Этот недостаток существует только при приеме в «pile-up», когда на близких частотах «сбились в кучу» множество станций, услышав, например, редкого «DX». При обычном же приеме, когда станций немного и между их частотами есть значительные промежутки, этот недостаток совершенно незаметен.

Принципиальная схема приемника показана на рис. 3. Входной сигнал от антенны через конденсатор связи C1 небольшой емкости поступает на двухконтактный полосовой фильтр. Первый контур фильтра L1C2C3C4.1 имеет относительно высокую добротность и, следовательно, узкую полосу пропус-

0,9...1 МГц другой секцией КПЕ — C4.2. Как видим, частота гетеродина вдвое ниже частоты сигнала, что необходимо по самому принципу действия смесителя. Работает он следующим образом. Для открывания кремниевых диодов необходимо напряжение около 0,5 В, а амплитуда гетеродинного напряжения, подаваемого на диоды, едва достигает 0,55...0,6 В. В результате диоды поочередно открываются только на пиках положительной и отрицательной полуволн гетеродинного напряжения, т. е. дважды за период.

Так происходит коммутация сигнальной цепи с удвоенной частотой гетеродина. Смеситель особенно удобен для гетеродинных приемников, поскольку сигнал гетеродина практически не излучается антенной, сильно ослабляясь входным фильтром, и не создает помех ни окружающим (этим грешили первые гетеродинные приемники, в которых гетеродин работал на частоте сигнала и подавить его излучение было нелегко), ни собственному приему.

Гетеродин выполнен по схеме «индуктивной трехточки» на транзисторе VT1. Его контур L3C6C5C4.2 включен в коллекторную цепь транзистора, а сигнал обратной связи поступает через конденсатор C9 в эмиттерную цепь. Необходимый ток смещения базы

примерно 0,55 В на отводе катушки, диоды смесителя открываются на пиках колебаний и шунтируют контур гетеродина, ограничивая дальнейший рост амплитуды.

ФНЧ приемника C8L4C11 — это простейший П-образный фильтр третьего порядка, обеспечивающий крутизну спада 18 дБ на октаву (двукратное увеличение частоты) выше частоты среза 3 кГц.

УЗЧ приемника двухкаскадный, он собран на маломощных транзисторах VT2 и VT3 серии KT3102 с высоким коэффициентом передачи тока. Для упрощения усилителя использована непосредственная связь между каскадами. Сопротивления резисторов выбраны так, что режим транзисторов по постоянному току устанавливается автоматически и мало зависит от колебаний температуры и питающего напряжения. Ток транзистора VT3, проходя через резистор R5, включенный в эмиттерную цепь, вызывает на нем падение напряжения около 0,5 В, достаточное для открывания транзистора VT2, база которого подключена через резистор R4 к эмиттеру VT3. В итоге, открываясь, транзистор VT2 понижает напряжение на базе VT3, предотвращая дальнейший рост его тока.

Другими словами, УЗЧ охвачен сто-процентной отрицательной обратной связью (ООС) по постоянному току, жестко стабилизирующей его режим. Этому способствуют относительно большое (по сравнению с общепринятыми) сопротивление коллекторной нагрузки VT1 — резистора R3 и малое — резистора R4. На переменном токе звуковых частот ООС не действует, поскольку они замыкаются через блокировочный конденсатор большой емкости C15. Последовательно с ним включен переменный резистор R6 — регулятор громкости. Вводя некоторое сопротивление, мы тем самым создаем и некоторую ООС, снижающую усиление. Такой способ регулирования громкости хорош тем, что регулятор установлен в цепи уже усиленного сигнала и не требует экранирования. К тому же вводимая ООС снижает и без того небольшие искажения сигнала в усилителе. Недостаток — громкость регулируется не до нуля, но обычно это и не нужно. Телефоны включаются в коллекторную цепь транзистора VT3 (через разъем XS3), через их катушки протекает и переменный ток сигнала, и постоянный ток транзистора, что дополнительно подмагничивает телефоны и улучшает их работу. Налаживания УЗЧ не требует.

О деталях. Подбор их начинайте с головных телефонов. Нужны обычные телефоны электромагнитной системы с жесткими мембранами, обязательно высокоомные, с общим сопротив-

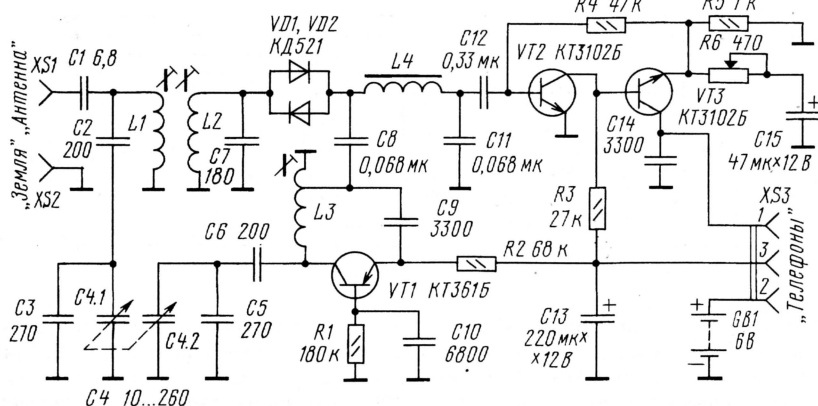


Рис. 3

кания, поэтому он перестраивается по частоте с помощью одной секции сдвоенного КПЕ C4.1. Второй контур L2C7 перестраивать нет необходимости, поскольку он сильно нагружен смесителем, его добротность ниже, а полоса пропускания шире, поэтому он не перестраивается и пропускает всю полосу частот 1,8...2 МГц.

Смеситель приемника собран на двух диодах VD1 и VD2, включенных встречно-параллельно. Через конденсатор C8 (он же входит и в ФНЧ) на смеситель подается напряжение гетеродина с отвода катушки L3. Гетеродин перестраивается в полосе частот

задается резистором R1, зашунтированным для токов высокой частоты конденсатором C10.

Преобразователь спроектирован так, что не требует кропотливой работы по подбору оптимального напряжения гетеродина на диодах смесителя. Этому способствует легкий режим работы гетеродина при малом напряжении коллектор-эмиттер транзистора (около 1,5 В) и малом коллекторном токе — менее 0,1 мА (обратите внимание на большое сопротивление резистора R2). В этих условиях гетеродин возбуждается легко, но как только амплитуда колебаний возрастет до



лением постоянному току 3,2...4,4 кОм (от телефонных аппаратов не годятся — они низкоомные). Автор использовал телефоны ТА-56м с сопротивлением каждого 1600 Ом (указывается на корпусе). Годятся также ТА-4, ТОН-2, ТОН-2м, еще выпускаемые заводом "Октава". В этом приемнике нельзя использовать миниатюрные наушники от плееров, имеющие низкую чувствительность.

Вилка включения телефонов заменяется стандартным круглым трех- или пятиштырьковым разъемом от звуковоспроизводящей аппаратуры. Между выводами 2 и 3 штырьковой части разъема устанавливают перемычку, которая служит для подключения батареи питания GB1. При отсоединении телефонов батарея будет отключаться автоматически. Бывший плюсовой вывод шнура телефонов соединяется со штырьком 2, это обеспечит сложение магнитных потоков, создаваемых током подмагничивания и постоянными магнитами телефонов.

Следующая ответственная деталь — КПЕ. Автору повезло — удалось найти малогабаритный двоярный КПЕ от переносного транзисторного приемника со встроенным шариковым верньером. Использовать КПЕ без верньера можно, прием СВ станций при этом проблем не вызовет, а вот точная настройка на SSB станция будет затруднена, поскольку плотность настройки 400 кГц на оборот великовата. Подберите ручку настройки максимального диаметра или сконструируйте верньер самостоятельно, используя подходящий шкив и тросик. КПЕ с воздушным диэлектриком лучше, но годятся и малогабаритные КПЕ с твердым диэлектриком от транзисторных приемников. Часто они уже оснащены шкивами верньера. Емкость конденсатора не критична, необходимое перекрытие диапазона можно подобрать "растягивая емкости" конденсаторами С3, С5 (их емкости должны быть одинаковы) и С2, С6 (емкости также одинаковы).

Катушки приемника намотаны на стандартных трехсекционных каркасах, используемых в транзисторных приемниках. Если у каркасов четыре секции, ближняя к основанию секция не используется. Витки равномерно распределяются во всех трех секциях каркаса, намотка ведется "внавал". Каркасы оснащены ферритовыми подстроечниками диаметром 2,7 мм. Подойдет провод ПЭЛ диаметром 0,12—0,15 мм, но желательно применить ПЭЛШО, а еще лучше — литцендрат, скрученный из нескольких (5—7) проводников ПЭЛ 0,07—0,1 или готовый литцендрат в шелковой оплетке, например, ЛЭШО 7×0,07.

(Окончание следует)

## ТАЙМЕР ОТКЛЮЧЕНИЯ ПИТАНИЯ ДЛЯ "ЭЛЕКТРОНИКИ ММЦ-01"

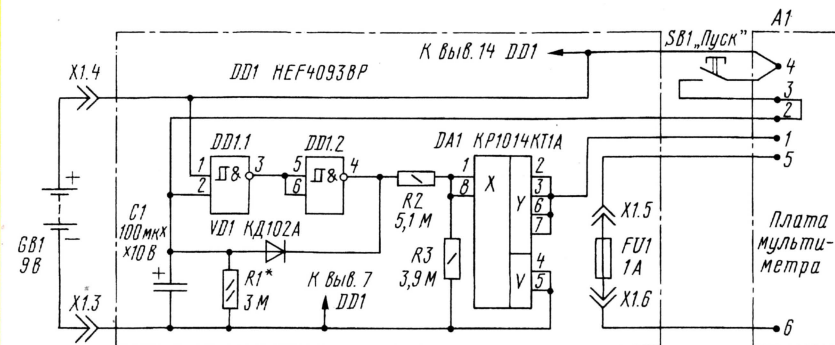
С. РЕБРУШКИН, г. Саранск, Мордовия

Воспользовавшись рекомендациями, изложенными в статьях по таймерному отключению питания мультиметра (см. "Радио" № 9 за 2001 г.), автор сделал подобный выключатель для отечественного мультиметра "Электроника ММЦ-01". Таймерное устройство несколько усложнено, но недостатки прототипов устранены.

В целях экономии аккумуляторной батареи, а также из-за ненадежности выключателя питания я решил изготовить для своего отечественного мультиметра "Электроника ММЦ-01" таймер отключения питания по одной из схем, описанных в [1]. Каждая из них имеет как достоинства, так и недостатки. Первая схема (автор И. Нечаев) обеспечивает четкое отключение питания, но большое падение напряжения на ключевых инверторах не позволяет полностью использовать ресурс аккумуляторной батареи. Вторая схема (автор С. Петров), наоборот, обеспечивает минимальное падение напряжения на ключе, но отличается длительным временем плавного выключения (около 30 с). Поэтому было решено объединить

На одной стороне платы расположены все элементы таймера и предохранитель FU1 из состава мультиметра. На другой — контактная колодка от батареи "Крона". По углам платы впаяны стойки-опоры высотой 11 мм, которые одновременно являются проводниками, соединяющими обе стороны платы. Устройство соединено с платой мультиметра жгутом, выполненным гибким проводом во фторопластовой изоляции, и устанавливается в отсек питания взамен штатной контактной колодки.

В устройстве использована микросхема HEF4093BP фирмы Philips, аналог К561ТЛ1. В качестве С1 использован конденсатор из серии К53-19 емкостью 100 мкФ на напряжение 6,3 В. Как показали испытания, он надежно работает



достоинства этих устройств, избавившись от недостатков. Схема таймера и его подключение к мультиметру показаны на рисунке. Принцип работы устройства аналогичен прототипам: при нажатой кнопке SB1 заряжается конденсатор С1, который постепенно разряжается до переключения логического инвертора DD1 и, соответственно, выключения электронного ключа DA1. Учитывая, что инверторы DD1 в схеме на рис. 1 в [1] уже не являются ключевыми для тока питания, нет необходимости соединять их параллельно и можно использовать только один из них. Входы свободных элементов следует соединить с одним из выводов источника питания.

Устройство собрано на печатной плате из двусторонне фольгированного стеклотекстолита размерами 24×26 мм методом объемно-навесного монтажа.

от свежезаряженной аккумуляторной батареи напряжением около 10 В. При реальной емкости конденсатора 130 мкФ время задержки составляет около 3 мин при потреблении мультиметром тока около 7 мА. Падение напряжения на ключе не превышает 40 мВ.

Все резисторы — МЛТ-0,125. В качестве кнопки SB1 использован микропереключатель МП-7, установленный взамен ПД9-1. Номера контактных площадок на плате мультиметра А1 (см. рис.), а также контакты X1.3 — X1.6 соответствуют обозначениям на заводской схеме мультиметра [2].

### ЛИТЕРАТУРА

1. Таймеры отключения питания в цифровом мультиметре. — Радио, 2001, № 9, с. 28.
2. Инструкция по эксплуатации мультиметра ММЦ-01. (Приложение 2).



# РАДИО

ЖУРНАЛ В ЖУРНАЛЕ

Ответственный редактор Степанов Б. Г.  
(RU3AX)

тел. 207-68-89

E-mail: kw-ukw@radio.ru  
connect@radio.ru

При содействии Союза радиолубителей России

## о связи

### УСПЕХ «ПОЛЕВОГО ДНЯ»

В конце 1993 года в разговоре в редакции с одним из ведущих ультракоротковолновиков страны Олегом Архиповым (RW3TJ) родилась идея попытаться реанимировать когда-то популярные УКВ соревнования «Полевой день» — они уже не проводились несколько лет. В итогах соревнований 1994 года вы не найдете общего числа участников. Мы (что греха таить) постеснялись тогда привести точную цифру — всего около 20 радиостанций. Но, памятуя о том, что «вода точит и камень», мы продолжали год за годом проводить их, как должное воспринимая не очень высокую активность радиолубителей в этих соревнованиях на начальном этапе. И наше терпение было вознаграждено.

В 2002 году международные соревнования по радиосвязи на УКВ «Полевой день» на призы журнала «Радио» побили все рекорды. Число участников возросло почти вдвое по сравнению с 2001 годом и составило 600 станций (по поступившим отчетам). Помимо россиян, их прислали спортсмены Украины, Белоруссии, Молдовы, Венгрии, Литвы, Латвии и Казахстана. Россия была представлена 45 областями, краями и республиками. Впервые число участников, работавших на диапазоне 432 МГц в однодиапазонном зачете, превысило 10, и они были выделены в отдельную подгруппу.

Победителями международного «Полевого дня» по подгруппам стали:

- «Один оператор — все диапазоны» — Н. Мясников (UT/UA3DJG, г. Раменское Московской области);
- «Один оператор — диапазон 144 МГц» — Д. Путцев (RK3AF, Москва);

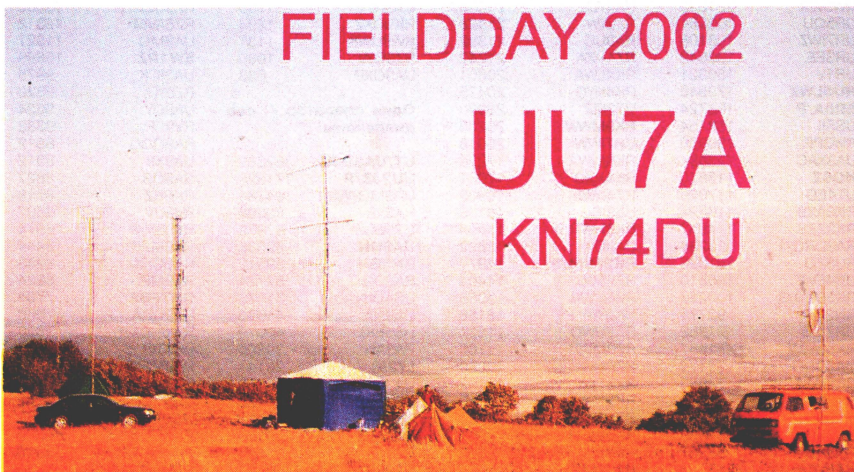
- «Один оператор — диапазон 432 МГц» — Д. Козлов (UA3PTW, г. Богородицк Тульской области);

- «Несколько операторов — все диапазоны» — команда UU7A в составе И. Серков (UT7QF), Г. Козлов (UT6QA), Ю. Сафроненко (UR4VA).

До встречи в «Полевом дне»  
2003 года!



В третий раз Николай Мясников (UA3DJG) занимает 1-е место в «Полевом дне» в подгруппе «один оператор — все диапазоны». Последние два года он работал из полевых условий вблизи г. Тростянец (Сумская обл., Украина, квадрат KO70JN). «Высотка», с которой он выходит в эфир, небольшая — всего 180 метров над уровнем моря, но отличная самодельная аппаратура и антенны неизменно позволяют ему показывать отличные результаты.



## FIELD DAY 2002

# UU7A KN74DU

Вот так выглядела рабочая позиция команды UU7A, находившаяся на нижнем плато горы Чатыр-Даг возле пещеры Эмине-баир-хасан на высоте около 900 метров. На диапазонах 144 и 432 МГц использовалась фирменная аппаратура, а на диапазоне 1296 МГц — КВ трансивер с трансвертером. Интересно, что на диапазоне 1296 МГц самая дальняя связь у них была с UT/UA3DJG (636 км).



# Результаты лидеров по подгруппам

Для первых 10 мест после позывного приведены число связей и число заявленных очков по диапазонам, суммарное число заявленных очков (CLM) и окончательный результат (CFM).

## Несколько операторов — все диапазоны

CALL	144		432		1296		SCORE	
	QSO	PTS	QSO	PTS	QSO	PTS	CLM	CFM
UU7A	200	188298	68	224928	17	106860	520086	397028
UT0H	221	147480	72	159576	23	140260	447316	373814
UT5JCW	168	154538	50	154536	16	93760	402834	313973
UX7V	149	110692	42	107992	19	117260	335944	298543
RW3PX	115	94772	57	179152	5	26660	300584	289149
UT1E	153	114778	51	133912	16	93560	342250	279218
UU5A	131	120366	45	145192	13	69360	334918	264701
UU7J	199	183852	52	152024	16	68400	404276	252074
US5QGL	155	89109	54	133628	16	75342	298079	247672
UR5LX	111	75510	54	132157	17	70960	278627	224168

## Один оператор — все диапазоны

CALL	144		432		1296		SCORE	
	QSO	PTS	QSO	PTS	QSO	PTS	CLM	CFM
UT/UA3DJG	145	113148	62	165408	18	100440	378996	362682
UU2JZ/P	94	78940	33	98352	8	27600	204982	171828
UR5MGW	54	32270	12	31076	7	50140	113400	94784
RA3XR	82	61512	27	48427	—	—	109984	88698
UT5ECZ	75	43338	34	57320	5	9260	109918	87972
UA9NN	67	25622	28	33120	1	4360	63102	62535
RN6BN	63	44338	19	34200	—	—	78538	59312
RA3DQ	84	48808	22	21128	1	220	70156	57774
US4LVN	104	48204	12	15464	—	—	63664	51373
UA9NA	54	27704	8	15288	—	—	42992	41670

## Один оператор — 144 МГц

CALL	144	SCORE	
		CLM	CFM
RK3AF	119	107454	94594
UT5ER	120	91972	76875
RX3WT	109	77228	72277
UA3ALX	64	62642	59814
RV6AJ/P	77	61824	59332
UT1CZ	86	61892	56124
UX0IB	136	67408	54972
RA4AOR	52	56880	51994
RZ6BU	83	64958	51649
RX3QFM	92	70218	50823

## Один оператор — 432 МГц

CALL	432	SCORE	
		CLM	CFM
UA3PTW	47	138644	118468
UY7IO	41	88776	60572
UY5ON	35	69461	56864
UA9MJ	23	10778	10346
UA9NS	9	9584	9584
UA9MAR	24	9016	7296
RU9MG	27	6808	6224
UA9FGM	6	2176	1784
RU9MP	1	1096	1096
UA0WY	1	1072	1072

## “Полевой день — 2002”

В этой таблице приведены результаты, показанные участниками УКВ соревнований “Полевой день” на призы журнала “Радио”. Жирным шрифтом выделены те их них, кто показал лучшие результаты по странам мира и радиолюбительским районам России.

### Несколько операторов — все диапазоны

UU7A	397028	RZ3AXA	40465	RK9FAB	4307
UT0H	373814	RK9AT/P	39632	UA9OXC	4173
UT5JCW	313973	<b>RZ4HWF</b>	37242	RA0WBW	4111
UX7V	298543	US2W	36831	RZ9AYA	3959
<b>RW3PX</b>	289149	UA9ND	36311	UA9AOU	3910
UT1E	279218	RK9MXH	30569	RK9AWA	3288
UU5A	264701	RZ6HWV/6	30273	RK9FXM	2879
UU7J	252074	RK6WV/P	29342	RA0AWZ	2564
US5QGL	247672	<b>UA0WBR</b>	26440	RA9FLO	2494
UR5LX	224168	RV9MO	24863	RZ9SWT	2484
RW3WR	221695	UA9OWA	24387	RZ4NWQ	2382
UR5QU	203264	UX3LV	24212	RV3PM/3	2212
UR7IWZ	193106	UA9OZP	24019	RN9CXX	1982
R3EE	192642	UA9YLU	23056	UA9OFE	1755
UR1V	189321	RZ9YW	21428	RK9OXZ	1294
<b>RU6LWZ</b>	179540	RA9UC	21392	RW9UWK	1137
<b>ER6A/P</b>	163724	RZ4HXA	21242	RZ3QYV	1080
US5II	158154	RK4LWA	20801	UA9OXP	688
RW3PF	130906	RK4HYG	20475		
UA3XAC	123894	UT3IZZ	20320		
<b>HG6Z</b>	118670	RK9MWW	20202		
UT4EO	117026	UR7IWW	20018		
RK6AXB	116394	RK9MWA	17228	<b>UT/UA3DJG</b>	362682
RK3ZZB	114957	RK4HXB	17051	<b>UU2JZ/P</b>	171828
RA3DRG/1	113234	RZ4NWM	16908	UR5MGW	94784
RU3ZO	101328	UE3ISL	16153	RA3XR	88698
UR4EWF	100510	RK6HWR/P	15995	UT5ECZ	87972
RK3DZD/3	100228	UA9OK	15822	<b>UA9NN</b>	62535
RN3QR	92771	<b>RK2FWA/P</b>	14977	<b>RN6BN</b>	59312
UR7IZS	91362	RZ9AWK	14404	RA3DQ	57774
RK3DWWV	81987	RW9FWB	13056	US4LVN	51373
UA3DHC	78172	RK9YA	12156	UA9NA	41670
RK3XWA	74683	RA9UWD	11921	US5EKL	40079
RK3MWI	66461	RZ9MWR	11760	RA3AH	39800
RK6AYN	66437	RZ9WVB	10360	<b>LY2IC</b>	36144
RK3MXT	61556	RZ3TXA	10102	UA3DGH	32482
RK3AZM	57757	RK9MXW	9150	UR3AAA	31420
UZ5Y	55255	RZ9SWP	8723	UA4MDO	30512
RK3RWL	53711	RK0WWB	8201	RA9SUE	29028
<b>RW9MAN</b>	52419	RZ9MYA	6508	RZ6YG/P	28676
RK9MYM	49753	<b>RZ1QZZ</b>	6505	UA9MMC	27429
UR5IF	48423	RK9FWT	5946	UR7IPH	26958
UA9OYP	45669	RA9FRV	5880	UY2LO	25124
RK3MWA	42661	RK9HZZ	5477	UA9OF	24620
		RK9FWP	5458	UA3BX	24526
		RK6HWN/P	5140	RW9SW	23351
		RV9FT	4528	UA9UFW	22797

### Один оператор — все диапазоны

UT/UA3DJG	362682	UA9UMR	22752
UU2JZ/P	171828	RK9UT	22570
UR5MGW	94784	UA9OGP	22407
RA3XR	88698	RU9MC	21623
UT5ECZ	87972	UA9UCC	20836
<b>UA9NN</b>	62535	<b>UA4NN</b>	20764
<b>RN6BN</b>	59312	RW4WE	20706
RA3DQ	57774	UA9FAD	20256
US4LVN	51373	RA9SF/P	19998
UA9NA	41670	RK9MZK	19772
US5EKL	40079	RA9MW	19508
RA3AH	39800	RA9LA	18456
<b>LY2IC</b>	36144	UA4AQL	18386
UA3DGH	32482	RN6HW	18166
UR3AAA	31420	RA9SHG/P	17778
UA4MDO	30512	RA3LW	16165
RA9SUE	29028	UA9SAN/P	16014
RZ6YG/P	28676	UA9NO	15558
UA9MMC	27429	UA9MN	15185
UR7IPH	26958	UA9OEF	14946
UY2LO	25124	RX4HH	14230
UA9OF	24620	RA9UCD	13239
UA3BX	24526	RA9SSO/P	13008
RW9SW	23351	RZ6AWM	12312
UA9UFW	22797	UA9MQ	11927

UA9OTN	4219	RA3IS	36144
<b>RA0WIZ</b>	4060	UA3AMY	28603
RW4LAI	4030	UX0CZ	27140
RA9FDO	3896	UA1XP	26540
RA0WHW	3525	<b>UA9OOD</b>	26169
RV9UF	3520	UR6ISS	25950
RN9AL	3406	UA9MJW	24968
UA9WEE	3329	RV3IG	21824
UA9OU	3263	<b>EW7LA</b>	21312
UR4ISL	3254	UY5MD	21105
RV3DQC	3124	EW6FS	20158
UT5IL	3084	UR5CKW	19789
UA9MVE	2844	RX9AAY	19344
UA9MSK	2570	UA3WT	18925
RA0WBJ	2362	RN3FA	18563
UA9OIE	2280	UA3MBJ	18134
RA0WIE	2192	RA3FO	17253
UA9MTS	2170	RW3TI	16540
RK9AAD	2072	RZ3AF	16358
RA3AFC	1995	UR5MUN	16354
UA9SP	1989	UA3ARN	15432
RA4NL	1926	UA3TCF	15049
RX9ATX	1742	RU9UG	14868
RV9TN	1380	UA9MV	14766
UA9OA	1346	ER1AU	14491
RA9AML	1300	RU3ACE	14365
RA9FFT	1160	UA3DEE	14065
RK9MXN	1128	UR7QM	13839
UA9OS	896	RW9MM	13481
RA9WPL	750	UR8QF	13082
RW9YP	624	<b>UN7EW</b>	13032
RA9WDA	330	RW6ADG	12958
RK9MXP	322	UR4QGG	12312
RZ9WM	120	US4ITI	11862
		RN3AP	11803
		UR5MCE	11676
		UA4LU	11317
		UA9MCA	11304
		US5MJX	10134
		UA9MHB	10111
		UA3MAG	10098
		UA9UHT	9927
		RA9UJ	9848
		RK9UC	9640
		RK9ADQ	9456
		UA9ML	9427
		UA9MHK	8961
		US4AWG	8861
		UA9MEQ	8603
		RA9MJM	8576
		RW9MA	8549
		UA9MNG	8483
		RW3BP	8450
		EU7SR	8234
		<b>YL2OW</b>	8220
		UA9OAE	8149

### Один оператор — диапазон 144 МГц

RK3AF	94594
UT5ER	76875
RX3WT	72277
UA3ALX	59814
RV6AJ/P	59332
UT1CZ	56124
UX0IB	54972
RA4AOR	51994
RZ6BU	51649
RX3QFM	50823
RA3QTT	50720
<b>UT/ER3DX/P</b>	50269
<b>RU1AA</b>	49450
RA3WT	44686
RX1AS	44524
RV3ZR	41349
RU3DD	40031
RA3WJ	38556



UN7EX	8126	UA9FPQ	4601	RA0WHO	2274	RA0WAP	1110	RA9AKG	518	RA3XL	70
RZ9OO	8125	UA9MGF	4535	UA9MAX	2184	RW4PJ	1109	RW9MZ	510	RA0AGA	60
UR7INK	8117	US5LSK	4521	UA9ADW	2178	RA3RUY	1093	RA4NHY	466	RU0AFT	60
RA9MBP	7756	RN3AU/3	4496	RA0WBI	2139	RA9YUJ	1080	UA9WVF/P	456	RU0AHJ	60
UA9OHU	7599	RA9MJJ	4312	UA3ROB	2129	RA9OAO	1060	UA4NIA	444	RA9WFZ/P	50
RW3RW	7330	RA3GFV	4204	RW4NQ	2102	RK9AEI	1022	UR5MSO	436	RA9FBS	47
RW9ON	7310	UA9MOT	4136	RA3DUL	2075	RW9OA	1012	RU9SR	420	RA9FJV	47
UA4PXA	7161	UA0WDC	4018	UA9SJT/P	2038	UA9OAK	994	UA4WNC	376	RV9FH	47
UA9UNZ	7124	RA9ST/P	4016	UA9OBD	2018	RV9UAD	980	UA4WFR	374	RA9WTH	38
UA9HK	6988	RU9TO	3734	RW3TY	2010	UA3REP	965	UA0WGD	340	RA9WLH	34
UA9MT	6912	RZ9FR	3563	UA9SCL/P	1934	UA4LDX	960	RA9UEW	335	RA4LO	30
UA9MER	6882	RA0WJL	3506	UT5YAS	1910	RW3DJO	958	UA4NN	330	RU4LM	30
RA9MGU	6598	RV4LZ	3388	UR5TFD	1898	RA9UBD	956	RV9SA	318	RW9YK	28
RA9YGS	6564	RX3RG	3283	RW1QX	1893	RA9UV	954	UA9OVW	294	UR5AR	26
RW6MAE	6493	UA9UJZ	3271	RA9AO	1810	RW4LIS	940	RK9UG	283	RU9FQ	16
RW9UNT	6361	RU0AQ	3249	UA9OMW	1763	RA4NAS	938	UA9OTU	272	UR5AVL	14
RA9UAN	6110	RA0WU	3243	RZ9UGN	1758	RA4NDA	916	UA3TJZ	240	RU9FQ	10
RA1QFY	6060	UA0WG	3133	UA9OGX	1758	RA9FCP	912	UA9OVW	240		
<b>UA0WCV</b>	5864	UA9QM	3096	RK9SXR/P	1716	UA9UGN	888	RK9AAE	230	<b>Один оператор</b>	<b>—</b>
UA9FLL	5835	RA0WCA	3034	RA9FVI	1706	UA4NAL	870	RW4PU	227	<b>диапазон 432 МГц</b>	
RA3YO	5825	RW4HSU	3020	UA9OZ	1696	RA9SUQ	850	RU9SR	224		
UR7IPT	5737	UA6FB	3016	RA9YDL	1642	RA4NB	822	RA3THY	218	<b>UA3PTW</b>	118468
ER2NB	5723	UA9OVQ	3016	RU0AHR/0	1632	RA0AJE	820	RV9WFZ	208	<b>UV7IO</b>	60572
RA9SOA	5712	RA0WAW	3013	RA9CCU	1620	RW9UDI	818	RA3XBB	184	UY5ON	56864
UA9AX	5596	UA9OHV	2982	UA9OHM	1596	RW9UBS	816	RA3XBB	182	UA9MJ	10346
UA9OOH	5576	RA9OBW	2903	UA9OAI	1589	RZ9OU	812	RW9UEZ	180	UA9NS	9584
RW6MAO	5530	UA0WV	2843	UA3RUF/P	1586	UA9UEV	789	UA0ALP	180	UA9MAR	7296
RX9AKL	5512	UA4NFL	2838	UA9MHG	1536	RW4NW	778	RW9WU	136	RU9MG	6224
RA9YDA	5511	UA0WBW	2788	RA9UW	1456	RZ0AM/P	778	RZ9UF	101	UA9FGM	1784
EU3AI	5509	RA9MDJ	2706	UA9ADV	1438	RW4LC	776	RZ9ON	96	RU9MP	1096
RW9OZZ	5491	RA0WGB	2683	RA4LNZ	1414	RA9OBB	743	RA9WND	80	<b>UA0WY</b>	1072
UA9MMS	5427	US6IMA	2550	RK9SWF/P	1386	UA9OOU	708	UA9MCS	74	UA9MIF	408
RW9OP	5343	RV9WL	2549	RA9UAF	1376	UA4NIJ	686	RA3XIC	72		
UA4HIJ	5340	RA3PDP	2500	RA9OBB/9	1362	RV9FL	650				
UA3DSX	5094	RA9MX	2498	RA9OR	1348	RW9UIP	640				
RW9OU	5090	RA9SDN	2460	RV9JD	1328	RA4NCP	632				
UA9SDN	5043	RK6AJJ	2431	UA9JCO	1328	UA4LDA	616				
ER5OK	4977	RW9UET	2425	RA0WJD	1306	UA9UP	602				
RU9MR	4973	UA9MMO	2389	UA3PFU	1274	RK9FAN	596				
UA9OGZ	4956	RN3RM	2372	RA9SPA	1230	RV9WEC	592				
UA9MDW	4932	UA9FMQ	2365	RW0WC	1209	UT1YN	588				
RA4LGJ	4822	UA0WAA	2358	UA9SKU	1160	UA9OX	582				
UA9UDC	4702	RA3RK	2357	RA4NO	1144	UA0WT	554				
RA9UAK	4673	RA9SDB	2348	RV9UAT	1135	RV9FQ	526				
RZ9OL	4618	RU9UB	2290	UA9SKS	1120	RA4NCQ	522				

Отчеты для контроля: UX0CQ, LY3RI, RA3PG, RA3AET/3, UA3WIA, RA9OM, RW3TJ, RX3GRJ/P, RX9UAO, UA9UQV, RK4HXH, UA6LP, RA3WPN, UA9OXL, RK9AXC, UA3QJ, UA9UST, UA9CL, RA3OU, UA4PFM, RA3TZ/6, RA9SSR, RK3EWW, RU6MM, RW4HM, RA9SVY, RW3TA, RA3TA, RK3QWM, RZ4HW, RA0WBW, RA9SZ, UA3TEX, RN3ZGO, RW9ON, RA9SAV, RA9SVZ, RV3ZX, RW3FA, RW3FA, RZ3ZV, RA9SUK, UA3RDR, UA9OES, US0LW, RA9SMP, RA3ZO, RX9SJ, RZ9CF, UA9CSG, RZ0JWD, RU9WW, RA0JDI, RA0JEA, RA0JGI, RA0WJE, RA9SE/P, RK9AEJ, RV9WZ, RW9AE.

## Встречи в Киеве

В декабре минувшего года Лига радиолюбителей Украины проводила отчетно-выборную конференцию и пригласила редакцию журнала «Радио» принять в ней участие и провести в ее рамках встречу с читателями журнала. Это предложение было принято.

Два дня в Пуше-Водице, под Киевом, украинские радиолюбители подвели итоги своей работы за два года. Среди несомненных успехов ЛРУ следует отметить хорошо налаженное взаимодействие с ТСОУ (Оборонная организация Украины), отличные контакты с Администрацией связи и Госкомспортом страны. Все это в сочетании с хорошей работой большинства отделений ЛРУ в областях страны и Республике Крым обеспечивает стабильную работу национальной радиолюбительской организации на протяжении нескольких лет. Поэтому не удивительно, что президентом ЛРУ вновь был избран Игорь Зельдин (UR5LCV), а Исполком не изменил свой состав.

На читательской конференции журнала «Радио», которая состоялась по завершении отчетно-выборной конференции ЛРУ, и во время многочисленных «кулуарных» бесед сотрудники редакции журнала «Радио» имели возможность услышать и высокую оценку своей работы, и критические замечания, и предложения по тематике журнальных публикаций. Было приятно отметить, что некоторые из предложений участников читательской конференции совпали с планами публикаций журнала на 2003 год. В частности, это относится к статье

для начинающих коротковолновиков. Вне всяких сомнений эта встреча послужит укреплению связей редакции с украинскими радиолюбителями.



**Игорь Сериков (слева) получает почетный спортивный трофей.**

В заочных соревнованиях по радиосвязи на коротких и ультракоротких волнах спортсмены узнают результаты судейства лишь спустя несколько месяцев. А потом еще несколько месяцев ждут завоеванные в спортивных баталиях награды. Обычно, но не всегда.

В минувшем году победители международных соревнований по радиосвязи на УКВ «Полевой день» на призы журнала «Радио» в командном зачете — команда UU7A — получили свои награды буквально через пару недель после объявления на сайте журнала результа-

тов «Полевого дня». Памятная плакетка журнала была вручена представителю команды Игорю Серикову (UT7QF) заместителем главного редактора журнала «Радио» во время отчетно-выборной конференции Лиги радиолюбителей Украины.



# Тороидальные антенны

Анатолий ГРЕЧИХИН (UA3TZ)

**Актуальная задача антенной техники — создание эффективных электрически малых антенн. Они нужны как для портативных и мобильных радиостанций КВ, УКВ и СВЧ диапазонов, так и для стационарных длинноволновых радиосистем в условиях ограниченности пространства. Предлагаемая статья знакомит читателей с одним из интересных путей решения этой задачи.**

Размеры электрически малой антенны по определению много меньше длины волны  $\lambda$  в свободном пространстве. Проблема конструирования таких антенн состоит в том, что с уменьшением размеров излучающей системы быстро уменьшается эффективность излучения. Возникают трудности согласования нерезонансных антенн с источниками (приемниками).

Уменьшить физические размеры антенны при сохранении электрических (волновых) размеров удается при замене прямолинейных проводников спиральными, изогнутыми в виде винтовой линии (рис. 1). Такие структуры назы-

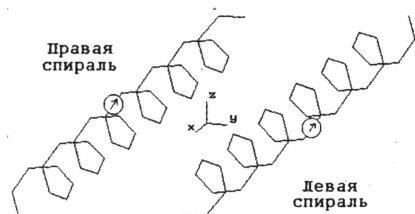


Рис. 1

вают замедляющими. Скорость распространения волны вдоль оси спирали меньше скорости света, поэтому длина волны  $\lambda_s$  в такой структуре при той же частоте меньше  $\lambda$ . Физическую длину

равномерном распределении тока диаграмма не будет такой симметричной. Когда длина периметра рамки кратна целому числу полуволн, в такой антенне возможны резонансы. Так, в антенне типа “квадрат” на ее периметре укладываются две полуволны.

На средних, длинных и сверхдлинных волнах, ввиду особенностей их распространения, предпочитают вертикальную поляризацию. Именно здесь проблема сокращения вертикальных размеров антенн стоит особенно остро. Попробуем представить себе любительский четвертьволновый вертикальный вибратор диапазона 136 кГц высотой около 550 м! Однако совсем не обязательно в качестве источника излучения использовать электрический ток. В соответствии с принципом перестановочной двойственности, если равномерно распределенный кольцевой электрический ток (рис. 2,а) заменить магнитным током  $I_m$  (поскольку в природе нет магнитных зарядов, это будет фиктивный магнитный ток, плотность которого пропорциональна скорости изменения магнитной индукции), то в поле излучения векторы электрической и магнитной компонент поменяются местами. Мы получим источник, эквивалентный по диаграмме направленности элементарному электрическому вибратору, в нашем случае вертикальному (рис. 3).

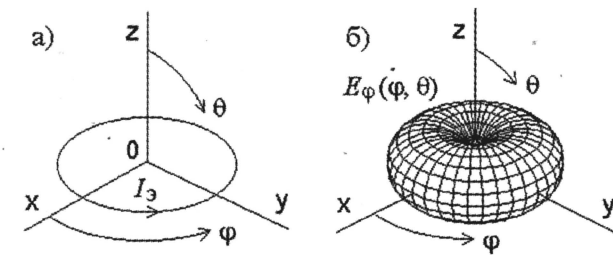


Рис. 2

резонансной антенны таким способом можно сократить в десятки раз. Спиральные антенны поперечного (перпендикулярно оси) излучения широко используются в портативных и стационарных радиосредствах.

Если линейный вибратор свернуть в замкнутое кольцо, получим рамку (рис. 2,а). Распределение электрического тока  $I_z$  в электрически малой рамке можно считать равномерным, поэтому она будет излучать равномерно по всем азимутальным направлениям, но только с горизонтальной поляризацией (рис. 2,б), как элементарный вертикальный магнитный вибратор. При не-

Кольцевой магнитный ток можно получить в тороидальной спиральной антенне (Toroidal Helical Antenna, THA), которая образуется в результате свертывания линейной спирали в замкнутое кольцо. Форма витка спирали может быть произвольной (окружность, прямоугольник и т. д.). На рис. 4 приведен эскиз тороида с квадратной формой сечения и указаны обозначения размеров.

На рис. 5,а показан пример построения 7-витковой тороидальной антенны. В такой системе также возможны резонансы, когда по оси тороида укладывается целое число полуволн маг-

нитного тока. Но в спирали длина волны меньше, поэтому резонансная THA может иметь значительно меньшие размеры, чем резонансная рамка из линейного провода.

На рис. 5,б, в и г даны пространственные диаграммы направленности (ДН) THA как по отдельным составляющим электрического поля  $E_\theta$ ,  $E_\phi$ , так и по суммарному полю  $E_s$ . Особенностью резонансных THA с одной спиральной обмоткой является то, что в ней, помимо создающей тороидальное магнитное поле вихревой составляющей электрического тока спирали, всегда есть тороидальная составляющая (вдоль оси тороида), из-за которой поле излучения содержит не только вертикальную  $E_\theta$ , но и значительную горизонтальную  $E_\phi$  компоненту электрического поля.

Для компенсации тороидальной составляющей электрического тока делают две одинаковые обмотки, намотанные в разные стороны (левую и правую), и включают их противофазно (рис. 6,а). В местах пересечения обмотки не соединяются. Мы получили тороидальную спиральную антенну со

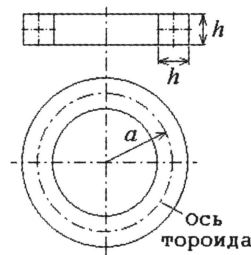


Рис. 4

встречными спиральными обмотками (Contrawound Toroidal Helical Antenna, CTHA). Магнитные поля в полости тороида от обеих обмоток складываются. На диаграммах рис. 6,б, в и г видно, что

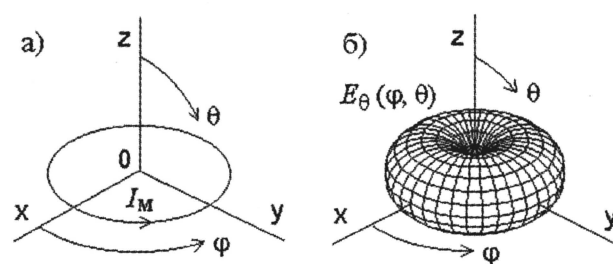


Рис. 3

доля составляющей  $E_\theta$  в поле излучения заметно возросла, минимумы суммарной диаграммы вдоль оси  $z$  стали менее глубокими, однако мы опять не получили общую диаграмму, как на рис. 3. Это объясняется тем, что магнитное поле в полости тороида распределено вдоль оси не равномерно, а в соответствии с распределением амплитуд стоячей волны тока. Как преодолевают это препятствие, покажем ниже, а сейчас рассмотрим некоторые интересные свойства уже описанных антенн.

На рис. 7 приведены расчетные частотные зависимости активной ( $R$ ) и реактивной ( $X$ ) составляющих входного



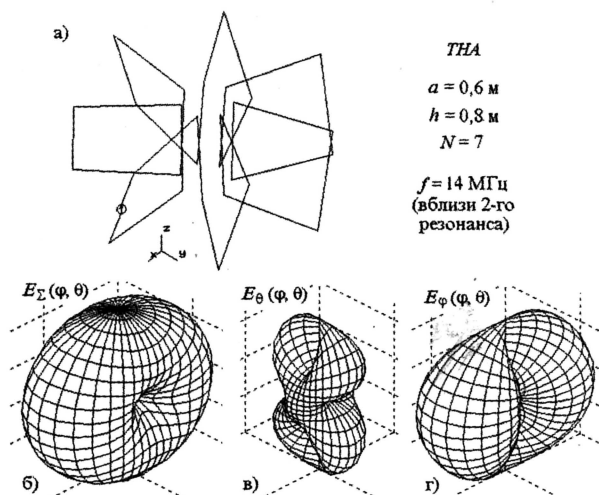


Рис. 5

импеданса ТНА при  $a = 0,6$  м,  $h = 0,8$  м и  $N = 7$ . Характерно чередование четных "последовательных" и нечетных "параллельных" резонансов (сходных по характеру с резонансами в последовательном и параллельном колебательных контурах). Для сравнения в таблице приведены расчетные значения резо-

нансных частот (в мегагерцах) и резонансных сопротивлений (в килоомах) для этой антенны (ТНА) и для антенны СТНА с такими же параметрами.

Характер чередования резонансов у СТНА такой же, как у ТНА, однако при одинаковых параметрах резонансные частоты СТНА ниже; это

№ резонансов	1	2	3	4	5
$f_{\text{рез}}$ для ТНА	6,75	14,8	20,35	27,61	33,4
$R_{\text{рез}}$ для ТНА	410	0,018	39	0,0049	42
$f_{\text{рез}}$ для СТНА	4,68	9,8	15,08	20,65	26,75
$R_{\text{рез}}$ для СТНА	230	0,0013	81	0,0016	50

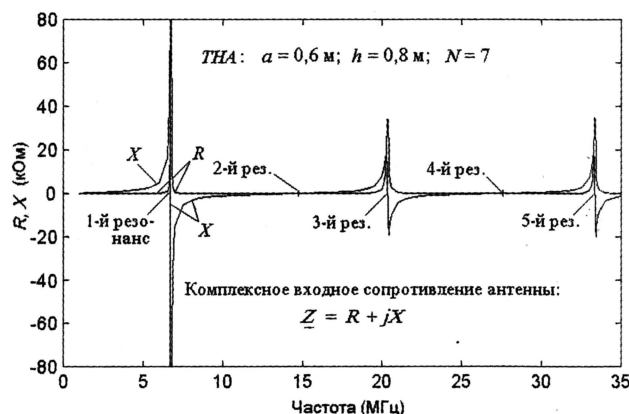


Рис. 7

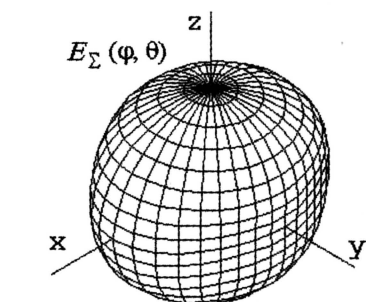


Рис. 8

можно объяснить влиянием емкости между обмотками. Заметим, что у обеих антенн нет строгой кратности резонансных частот.

Основные параметры тороидальных антенн — это размеры и количество витков  $N$ . Мы выбрали для расчетов и моделирования форму сечения в виде квадрата со стороной  $h$ . Если пренебречь влиянием среды внутри и вне тороида, то, задавшись частотой 1-го резонанса  $f_1$  (МГц) и радиусом  $a$  (м), можно рассчитать размер  $h$  (м), рассмотренных выше антенн по формулам:

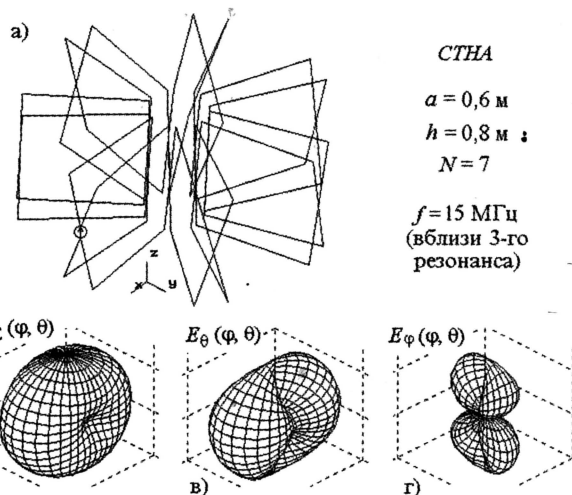


Рис. 6

для ТНА:  
 $h = -0,00045742 + 0,118235a - 0,000737136a^3f_1^2 + 20,2869\exp(-0,3N)/f_1 + 2,5712/f_1$ ;

для СТНА:  
 $h = -0,0208635 + 0,168786a - 0,000669097a^3f_1^2 + 21,0524\exp(-0,35N)/f_1 + 1,64826/f_1$ .

Формулы получены с помощью регрессионного анализа по результатам компьютерного моделирования для диаметра провода 1,3 мм размеров  $0,6 \text{ м} \leq a \leq 4 \text{ м}$ ,  $0,5 \text{ м} \leq h \leq 4 \text{ м}$ , причем  $0,3 \leq h/a \leq 1,3$ , и диапазона частот  $0,7 \text{ МГц} \leq f_1 \leq 23 \text{ МГц}$ . Среднеквадратическая погрешность при указанных условиях около 0,03 м.

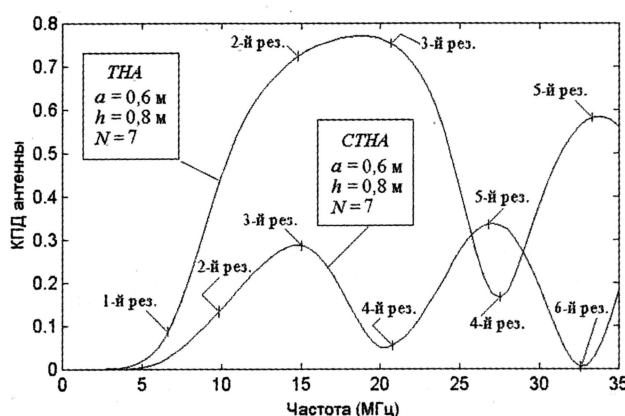


Рис. 9

Возможен масштабный пересчет и для других частот (все размеры изменяются пропорционально изменению длины волны).

Интересной особенностью СТНА является возможность получения (только для отдельных комбинаций параметров), близкой к изотропной, диаграммы направленности (рис. 8). Эта диаграмма получена, в частности, при частоте 70 МГц для антенны с параметрами  $N = 5$ ,  $a = 0,2$  м и  $h = 0,27$  м в условиях свободного пространства.

На рис. 9 приведены сравнительные зависимости КПД ТНА и СТНА от



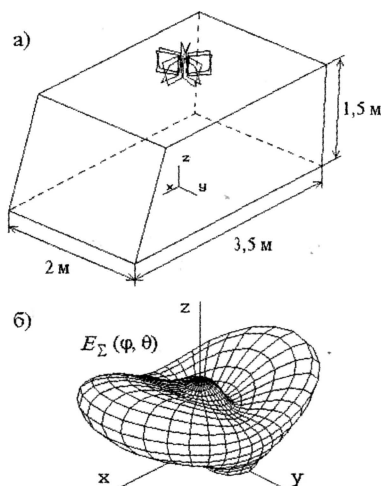


Рис. 10

частоты. Как правило, КПД быстро уменьшается при уменьшении основных размеров антенны и увеличении количества витков. Наибольший КПД у *ТНА* — в области между 2-м и 3-м резонансами, у *СТНА* — при 3-м и 5-м резонансах, а максимальные его значения ниже, чем у *ТНА*. Для антенн обоих типов характерны глубокие минимумы КПД при всех четных резонансах выше второго. Это объясняется неблагоприятным для эффективного излучения распределением тока в обмотках.

Электрически малые антенны вообще имеют низкий КПД и поэтому очень чувствительны к антенному эффекту фидера. Их имеет смысл использовать на подвижных объектах с очень коротким фидером или вообще без него. Эллиптичность поляризации тороидальных антенн полезна, например, для обеспечения бесперебойной связи в подвижных системах, в частности, для устойчивого приема программ УКВ ЧМ радиовещания. На рис. 10 показано размещение *СТНА* с характеристической по рис. 8 на крыше автомобиля и приведена диаграмма направленности с учетом влияния кузова и земли.

Исторически развитие тороидальных антенн связано с желанием уменьшить вертикальный размер излучающей системы с вертикальной поляризацией и круговой ДН. Как было отмечено, в обычной антенне *СТНА* с одним источником возбуждения не удается получить равномерного распределения магнитного тока вдоль оси тороида. На рис. 11, а показаны пересечения витков левой и правой обмоток на всей наружной поверхности тороида в развернутом виде, а на рис. 12 (кривая 1) — распределение напряженности магнитного поля вдоль оси тороида для 8-витковой обычной *СТНА* при  $f_3 = 27$  МГц. В результате неравномерности распределения поля диаграммы направленности такой антенны близки к показанным на рис. 6.

Один из способов получить близкое к равномерному распределению магнитного тока состоит в разбиении обмоток на секции, в каждой из которых направления (левое и правое) обеих обмоток изменяются на противополож-

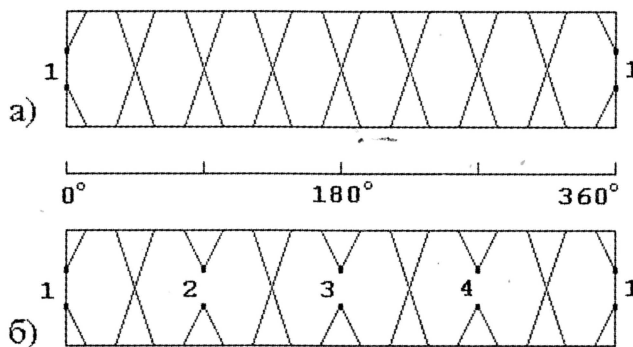


Рис. 11

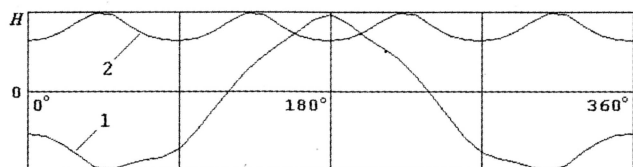


Рис. 12

ные соседним (рис. 11, б). В местах разбиения обмоток на секции устанавливаются клеммы для подключения дополнительных источников возбуждения. В данном случае надо вместо одного подключить четыре одинаковых синфазных источника. Распределение магнитного тока при этом (рис. 12, б) получается без изменений знака, хотя и с небольшими пульсациями.

Такое решение позволило в широкой полосе частот получить ДН, не отличающуюся от приведенной на рис. 3. Расчетный КПД секционированной *СТНА* в данном случае на частоте 36 МГц оказался примерно вдвое больше, чем у несекционированной *СТНА* (59 % против 29 %).

В заключение отметим важнейшие достоинства и недостатки рассмотренных антенн и возможности их применения.

Общие плюсы — уменьшение вертикального размера антенн (за счет увеличения горизонтальных размеров!), отсутствие требований к противовесам и заземлению.

В сущности, *ТНА* представляет собой рамку, изготовленную из спирального проводника, что позволило сократить физические размеры резонансной антенны. Такая антенна интересна уже тем, что имеет эллиптическую поляризацию, а зависимость ДН от формы, окружения и асимметрии подключения позволяет широко и разнообразно использовать такие антенны в связной, радиовещательной, телеметрической и другой портативной радиоаппаратуре.

Наличие второй, встречной обмотки у *СТНА*, вообще говоря, ухудшает условия излучения, отсюда и ниже эффективность. Однако у этих антенн лучше выражена эллиптичность поляризации, что важно для подвижных систем связи в условиях многолучевости. Изотропная ДН несекционированной *СТНА* сама

по себе вряд ли реализуема на практике ввиду сильного влияния окружения, а вот на входной импеданс *СТНА* окружающие предметы (и, в частности, проводящие поверхности) влияют слабо. Несекционированные *СТНА* могут найти применение в портативных устройствах низовой радиосвязи и персонального радиовызова, в системах сотовой связи и GPS.

Основная область применения тороидальных антенн, эквивалентных вертикальному вибратору (с вертикальной поляризацией и равномерной ДН в горизонтальной плоскости), — сравнительно длинные волны, для которых проводимость земли (или воды) достаточно велика.

Минусы *СТНА* — сложная технология изготовления. При секционировании антенн возникают дополнительные хлопоты с подключением нескольких точек питания.

Общие минусы — при уменьшении размеров резко уменьшается КПД антенны, а при попытках его улучшить (за счет увеличения толщины и подбора материала провода, повышения качества диэлектриков) уменьшается полоса пропускания. Проблемы с согласованием при перестройке с одной частоты на другую затрудняют использование тороидальных антенн в диапазоне частот.

Заинтересованный читатель может обратиться к патентной литературе [1–4] и к результатам исследований с участием автора [5, 6]. В [7] предложены несколько новых способов изготовления излучателя с вертикальной поляризацией на основе тороидальных структур. В [8] предложен универсальный алгоритм синтеза антенн из сегментов с электрическими и магнитными токами.

## ЛИТЕРАТУРА

1. Патент США № 4751515.
2. Патент США № 5654723.
3. Патент США № 6204821.
4. Патент США № 6239760.
5. Гаврилин А. Т., Гречихин А. И., Прокураков Д. В. Исследование характеристик тороидальной антенны со встречными спиральными обмотками. — Радиотехника, 2001, № 9.
6. Гречихин А. И., Окунев А. Г. Исследование эффективности тороидальных антенн *СТНА*. — В кн.: “Радиоэлектронные и телекоммуникационные системы и устройства” /Межвуз. сборник науч. трудов. Вып. 7: Н. Новгород, НГТУ, 2001.
7. Патент США № 6300920.
8. Патент США № 6218998.



# Синтезатор частоты на диапазон 137 кГц

Николай ФИЛЕНКО (UA9XBI), г. Инта, Республика Коми

**Диапазон 135,7...137,8 кГц, относительно недавно выделенный для любительской связи, привлекает в последнее время все большее внимание радиолюбителей. Для нового диапазона нужна и новая аппаратура. В предлагаемой статье описан синтезатор частоты на 137 кГц, в основе которого использована микросхема синтезатора частоты от Си-Би радиостанции.**

В диапазоне 137 кГц предъявляются высокие требования к стабильности частоты передатчика, поэтому обычный ГПД здесь малоприменим. Нужно применять синтезаторы частоты, которые имеют более высокую стабильность. Предлагаемый синтезатор имеет следующие технические характеристики:

Диапазон частот, кГц, ..135,7...137,7	
Шаг частоты, Гц .....	50
Измеренная нестабильность частоты, Гц .....	0,1
Напряжение питания, В .....	9...15
Потребляемый ток, мА, не более .....	150
Форма выходного сигнала .....	меандр
Амплитуда выходного напряжения, В .....	2...2,5

Схема устройства показана на рис. 1. Выбор микросхемы синтезатора частоты от радиостанции гражданского (Си-Би) диапазона (DD1) не случаен. В 40-канальных радиостанциях частота передачи составляет примерно 27...27,4 МГц, а синтезатор формирует сигнал частотой

соответственно 13,5...13,7 МГц. Применив такой синтезатор и разделив эту частоту на 100, получим частоту как раз в пределах диапазона 137 кГц. Индикатор HG1 показывает не частоту, а номер канала, как в радиостанции Си-Би диапазона. Установить соответствие между частотой и показаниями индикатора нетрудно.

Схема генератора, управляемого напряжением (ГУН), также аналогична используемой в этих радиостанциях, только несколько проще, поскольку ГУН не требуется использовать и в режиме приема, и в режиме передачи. ГУН выполнен на транзисторе VT1. ВЧ напряжение, вырабатываемое ГУНом, поступает на микросхему DD1 с эмиттера транзистора VT1 через конденсатор C8. В микросхеме DD1 происходит сравнение этой частоты с образцовой и вырабатывается напряжение, пропорциональное величине и знаку ошибки. Это напряжение поступает в ГУН на варикап VD2, который изменяет собственную емкость и, таким образом, изменяет частоту в нужную сторону.

Управляющее напряжение для варикапа VD2 поступает через Т-образный фильтр R4C7R5. На вход формирователя импульсов напряжение снимается непосредственно с контура через конденсатор C18.

Формирователь импульсов предназначен для усиления и ограничения сигнала ГУНа. Он выполнен на транзисторах VT5 и VT6.

С выхода формирователя импульсы поступают на делитель частоты, который делит входную частоту на 100. Коллектор транзистора VT6 подключен на счетный вход двоично-десятичного счетчика DD2, который делит частоту на 10. Второй счетчик (DD3) также имеет коэффициент деления 10. Особенность работы счетчиков заключается в том, что сначала входная последовательность делится на 5, а затем на 2. Таким образом, на выходе получается напряжение, близкое по форме к меандру. Такой сигнал можно подавать на смеситель приемника прямого преобразования или через фильтр на вход усилителя мощности передатчика.

Кнопками SB1 и SB2 можно выбирать одну из 40 частот с шагом 50 Гц. Тумблер SA1 нужно замыкать при нормальной работе синтезатора и размыкать в момент смены частоты. В это время к синтезатору нельзя подключать передающие устройства, поскольку формируется самая большая из возможных частот.

Устройство смонтировано на односторонней печатной плате (рис. 2). На плате установлены почти все детали, за исключением индикатора, кнопок выбора канала, тумблера SA1 и конденсатора C1.

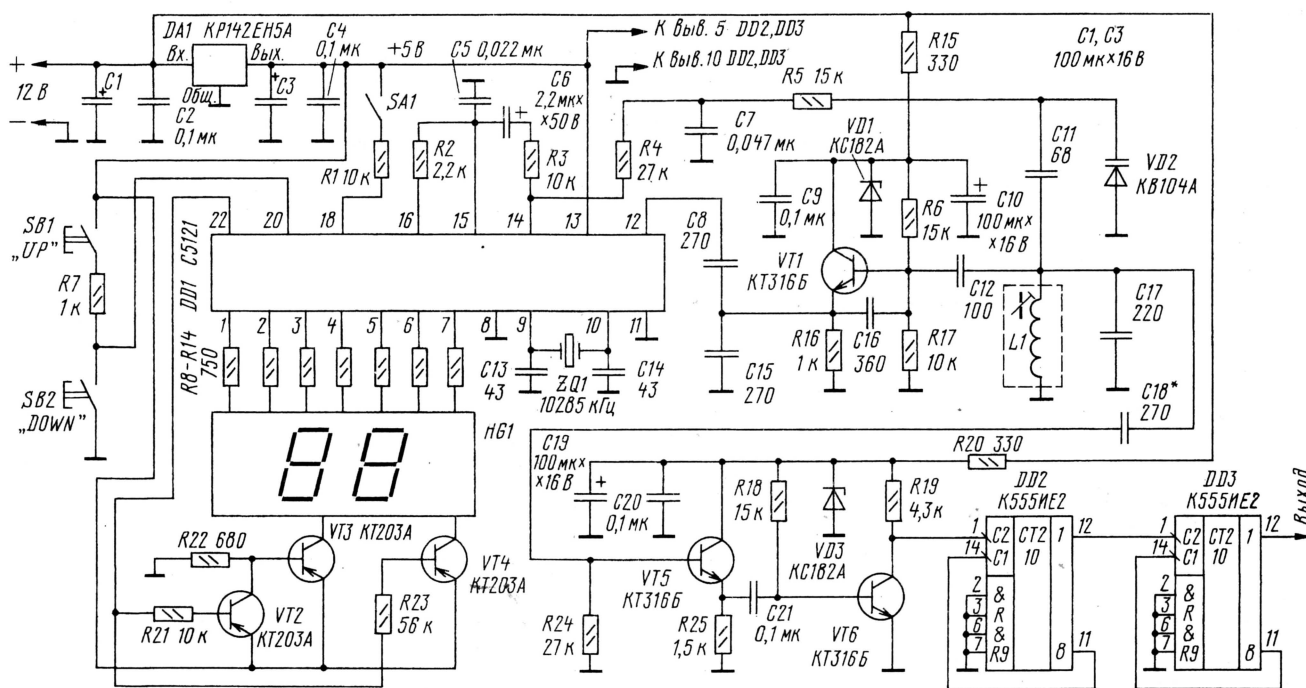


Рис. 1



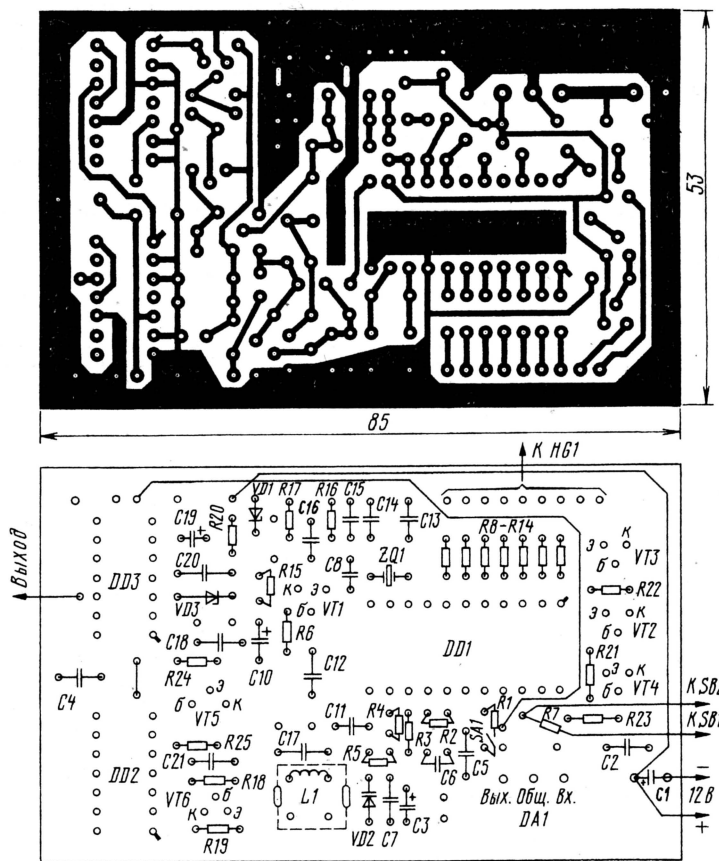


Рис. 2

Стабилизатор напряжения DA1 необходимо закрепить на небольшом теплоотводе, например, дюралюминиевой пластине. После налаживания плату помещают в экранированный корпус.

Микросхема синтезатора и индикатор применены от Си-Би радиостанций START-1, GOLT-359, CONTACT-3. Вполне реально применить микросхемы от других радиостанций, поскольку большинство из них построены по аналогичной схеме. Кварцевый резонатор ZQ1 также можно применить от Си-Би радиостанции, т. е. на частоту 10240 кГц, но в этом случае диапазон частот сместится и будет составлять примерно 135...137 кГц. Изменение частоты кварцевого резонатора на 10 кГц приведет к изменению выходной частоты примерно на 100 Гц.

Катушка L1 намотана проводом ПЭВ-2 диаметром 0,63 мм на каркасе диаметром 5 мм, содержит 9 витков сплошной намотки. Катушку помещают в экран. После предварительной настройки ГУНа ее нужно пропитать лаком.

Транзисторы VT1, VT5, VT6 могут быть серий КТ312, КТ315. Транзисторы VT2, VT3, VT4 — любые низкочастотные маломощные структуры р-п-р. Счетчики DD2 и DD3 можно

заменить на К155ИЕ2. Керамические конденсаторы — КМ-5.

Теперь перейдем к налаживанию. Перед включением проверьте правильность монтажа. Отпаяйте резистор R4 от вывода 14 микросхемы DD1. Подключите переменный резистор сопротивлением 22...100 кОм одним выводом к общему проводу, другим — к источнику +5 В (после стабилизатора напряжения). Движок переменного резистора подключите к отпаиваемому выводу резистора R4. Установите движок в среднее положение. Подключите выход синтезатора (вывод 12 DD3) к осциллографу и частотомеру. Подайте напряжение. При исправных деталях и правильно выполненном монтаже на экране осциллографа будут наблюдаться прямоугольные импульсы амплитудой 2...2,5 В.

Дайте конструкции прогреться в течение 10...15 мин. Вращая подстроечник катушки L1, установите частоту колебаний в пределах 136,5...137 кГц. Вращая переменный резистор “от упора до упора”, измерьте частоту в крайних положениях движка. Она должна быть в пределах 130...142 кГц, а в среднем положении движка — примерно 136...137 кГц. Минимальный частотный предел — 134...139 кГц, максимальный — 125...150 кГц. Если частотный диапа-

зон шире, чем нужно, можно применить конденсатор C11 меньшей емкости, а C17 — большей.

Снимите напряжение с устройства, отпаяйте переменный резистор и припаяйте резистор R4 на место. Подайте питание на синтезатор, проверьте его работу на разных каналах и, если необходимо, скорректируйте частоту. Сделать это в небольших пределах можно подбором конденсатора C13. Эта коррекция изменяет частоту на всех каналах сразу.

Проверьте свечение индикатора и при необходимости подберите резисторы R21 и R23.

При использовании синтезатора совместно с передатчиком необходимо использовать хорошие фильтры для подавления высших гармоник. При использовании в приемнике прямого преобразования достаточно применить Т- или П-образный односторонний RC-фильтр.

Возможен вариант устройства без микросхемы синтезатора. Если собрать на плате только ГУН, формирователь и делитель, получится обычный ГПД. Для того чтобы он получился стабильным, нужно принять некоторые меры.

Установите частоту 136,7 кГц (переменным резистором, как описано выше). Направив на элементы контура поток горячего воздуха, отметьте, в какую сторону и насколько изменяется частота колебаний. Дайте конструкции остыть. Теперь, осторожно нагревая жалом паяльника отдельные элементы контура C12, C11, C17, C18 и VD2, определите тот из них, который дает наибольший уход частоты при той же степени нагрева. Не спешите! Нагрев один элемент, дождитесь пока он остынет и только потом проверяйте следующий.

Если наибольший уход частоты вызывает варикап, подберите конденсатор C11 с таким ТКЕ, чтобы одновременный их нагрев не вызывал значительного ухода частоты. Если уход частоты вызывает один из конденсаторов C12, C11, C17 или C19, замените его другим с тем же номиналом, но с другим ТКЕ. Конечная цель — добиться минимального изменения частоты при нагреве и остывании деталей контура.

Не забывайте после каждой перепайки дать остыть элементам контура. Этот процесс наиболее трудоемкий, но при тщательном налаживании можно получить очень высокую стабильность частоты. Чем лучше вы сделаете термокомпенсацию, тем стабильнее будет работать конструкция, тем больших успехов сможете добиться в дальнейшем.

При отладке синтезатора мне без труда удалось получить собственную стабильность частоты ГПД не хуже 3 Гц после десятиминутного прогрева. Если нужна большая стабильность, например, для маяка, можно вместо катушки индуктивности L1 установить кварцевый резонатор на частоту 13570...13780 кГц. ■



# Кварцевый фильтр трансивера

Геннадий БРАГИН (RZ4HK)

Генератор качающейся частоты смонтирован на печатной плате из двусторонне фольгированного стеклотекстолита (рис. 6). Верхний слой платы служит общим проводом, отверстия под выводы деталей, не имеющие с ним контакта, раззенкованы. Плата запаяна в коробку высотой 40 мм с двумя съемными крышками. Коробка изготовлена из луженой жести.

стандартные — ДМ 0,1 68 мкГн. Постоянные резисторы МЛТ, подстроечные R6, R8 и R10 типа СПЗ-38. Многооборотный резистор — ППМЛ. Постоянные конденсаторы — КМ, КЛС, КТ, оксидные — К50-35, К53-1.

Налаживание ГКЧ начинают с установки максимального сигнала на выходе генератора пилообразного напряжения. Контролируя осцилло-

гарантирует хорошую нагрузочную способность генератора. Подстроечником катушки L1 устанавливают границы перестройки генератора в пределах 8,8586—8,8686 МГц, что с запасом перекрывает полосу АЧХ испытуемого кварцевого фильтра. Для обеспечения максимальной перестройки ГКЧ (не менее 10 кГц) вокруг точки соединения L1, VD4, VD5 верхний слой фольги удален. Без нагрузки выходное синусоидальное напряжение генератора равно 1 В (эфф.).

Блок детектора выполнен на печатной плате из двусторонне фольгированного стеклотекстолита (рис. 7). Верхний слой фольги используется в качестве общего провода. Отверстия под выводы деталей, не имеющие контакт с общим проводом, зенкуют. Плата запаяна в жестяную коробку высотой 35 мм со съемными крышками. От качества изготовления приставки зависит ее разрешающая способность.

Катушки L1—L4 содержат по 32 витка провода ПЭВ-0,21, намотанных виток к витку на каркасах диаметром 6 мм. Подстроечники в катушках от броневых сердечников СБ-12а. Все дроссели типа ДМ-0,1. Индуктивность L5 — 16 мкГн, L6, L8 — 68 мкГн, L7 — 40 мкГн. Трансформатор Т1 намотан на кольцевом ферритовом магнитопроводе 1000НН типоразмера К10×6×3 мм и содержит в первичной обмотке 7 витков, во вторичной — 2×13 витков провода ПЭВ-0,31.

Все подстроечные резисторы — СПЗ-38.

Во время предварительной настройки блока высокочастотным осциллографом контролируют синусоидальный сигнал на затворах транзисторов VT2, VT3 и, при необходимости, подстраивают катушки L2, L3. Подстроечником катушки L4 частота опорного генератора уводится ниже полосы пропускания фильтра на 5 кГц. Это делается для того, чтобы на рабочем участке анализатора спектра меньше наблюдалось различных помех, уменьшающих разрешающую способность устройства.

Генератор качающейся частоты подключают к кварцевому фильтру через согласующий колебательный контур с емкостным делителем (рис. 8). В процессе настройки это позволит получить малое затухание и неравномерность в полосе пропускания фильтра. Второй согласующий колебательный контур, как уже упоминалось, находится в детекторной приставке. Собрав схему измерения

и подключив выход приставки (разъем ХЗ) на микрофонный или линейный вход звуковой карты персонального компьютера, запускаем программу спектроанализатора. Существует несколько таких программ. Автором была использована программа SpectraLab v.4.32.16, размещенная по адресу: <http://cityradio.narod.ru/utilities.html>. Программа удобна в пользовании и обладает большими возможностями.

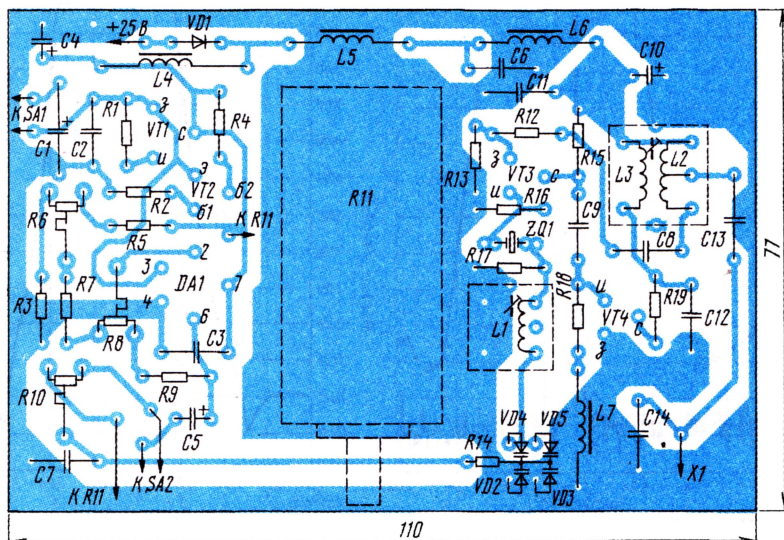


Рис. 6

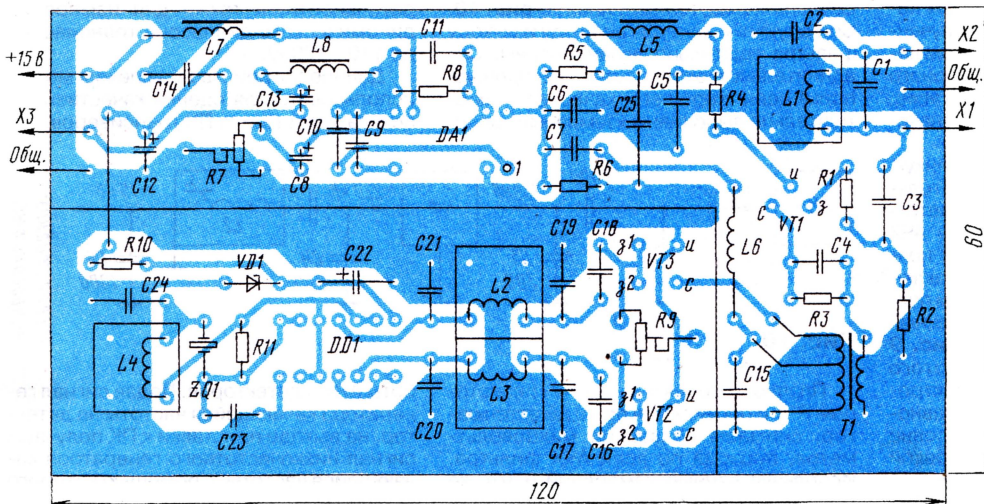


Рис. 7

Катушки индуктивности L1, L2, L3 намотаны на стандартных каркасах диаметром 6,5 мм с подстроечниками из карбонильного железа и помещены в экраны. L1 содержит 40 витков провода ПЭВ-2 0,21, L3 и L2 — соответственно 27 и 2+4 витка провода ПЭЛШО-0,31. Катушка L2 намотана поверх L3 ближе к «холодному» концу. Все дроссели

графом сигнал на выводе 6 микросхемы DA1, подстроечными резисторами R8 (усиление) и R6 (смещение) устанавливают амплитуду и форму сигнала, приведенную на эюре в точке А.

Подбором резистора R12 добиваются устойчивой генерации без вхождения в режим ограничения сигнала. Подбирая емкость конденсатора C14 и подстраивая контур L2L3, настраивают выходную колебательную систему в резонанс, что

Окончание.

Начало см. в "Радио", 2002, № 12





Автор решил проверить полученные результаты и измерил АЧХ кварцевого фильтра по точкам. Для измерений потребовался селективный микровольтметр с хорошим аттенуатором, коим

**Рис. 9**

**Рис. 10**

Результаты измерений получились следующие: полоса пропускания по уровню -6 дБ — 2,64 кГц; неравномерность АЧХ — менее 2 дБ; коэффициент прямоугольности по уровням -6/-60 дБ равен 1,386; по уровням -6/-80 дБ — 1,56; по уровням -6/-90 дБ — 1,682; по уровням -6/-100 дБ — 1,864; затуха-

**Рис. 11**

Данное устройство с успехом можно использовать для оценки качественных показателей тракта ПЧ трансиверов, ра-



Не менее интересно использовать предлагаемую детекторную приставку в составе панорамного индикатора трансивера. Для этого следует подключить к выходу первого смесителя кварцевый фильтр с полосой пропускания 8...10 кГц. Далее полученный сигнал усилить и подать на вход детектора. В этом случае можно наблюдать сигналы своих корреспондентов с уровнями от 5 до 9 баллов с хорошей разрешающей способностью. ■



# Две УКВ конструкции

Игорь НЕЧАЕВ (UA3WIA), г. Курск

## ПОДСТРАИВАЕМЫЙ АНТЕННЫЙ УСИЛИТЕЛЬ ДИАПАЗОНА 144 МГц

Значительно улучшить качество приема сигналов диапазона 2 метра поможет антенный усилитель на арсенид-галлиевом полевом транзисторе [1, 2]. Но если неподалеку работают радиотелефоны или системы транковой связи, то его эффективность зачастую резко снижается из-за возникновения перекрестных искажений или забления слабого сигнала корреспондента мощным сигналом помехи. Ослабить действие мешающих сигналов можно за счет сужения полосы пропускания усилителя. Однако здесь сразу возникнет проблема стабильности настройки усилителя. При его размещении на открытом воздухе из-за температурных изменений она может полностью нарушиться.

Выходом из этой ситуации может быть применение подстраиваемого усилителя, частоту настройки которого можно изменять в небольших пределах дистанционно из помещения, где находится приемная аппаратура. В этом случае его подстройку можно проводить по максимуму чувствительности на слух в любой момент.

Схема подстраиваемого антенного усилителя диапазона 144 МГц показана на рис. 1. Он содержит входной контур,

стабилизатором VD5 выполняет функцию стабилизатора напряжения для каскада на VT1. Автотрансформатор T1 согласует высокое выходное сопротивление каскада с низким сопротивлением кабеля снижения. Дiodы VD2, VD3, VD6 и VD7 защищают усилитель от мощных сигналов передатчика. Цепь R4C9 повышает устойчивость работы. Питание на усилитель поступает через дроссель L2.

Включение усилителя осуществляется подачей питающего напряжения по кабелю снижения. Если напряжения нет, антенный усилитель отключен и антенна через конденсатор C1 и контакты реле K1 и K2 соединена с трансивером. Такое состояние характерно для режима передачи или при отключенном усилителе. При подаче напряжения питания реле K1 и K2 сработают и подключат усилитель.

Для перестройки по частоте питающее напряжение изменяют от 6 до 9 В, реле остаются включенными, а на варикап VD1 (через стабилизатор VD4) поступает напряжение примерно от 0,4 до 4,4 В. Это обеспечивает перестройку входного контура по частоте (в авторском варианте от 138 до 157 МГц). Коэффициент усиления составил 24 дБ. Если заменить автотрансформатор T1 на резистор сопротивлением 120 Ом (конденсатор C11 при этом подключают к коллектору

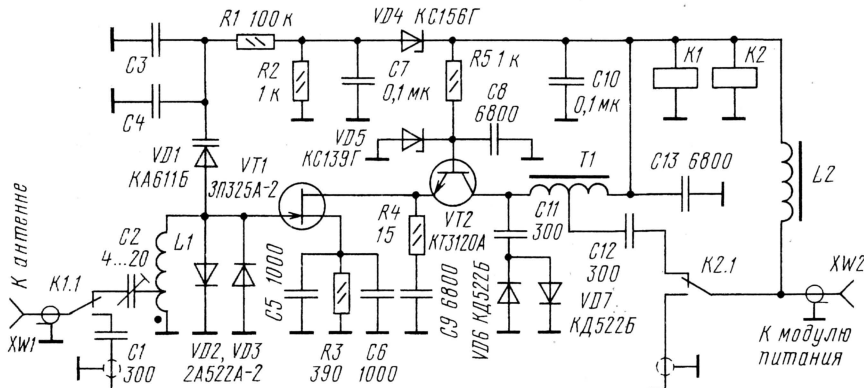


Рис. 1

который образован катушкой индуктивности L1 и емкостями варикапа VD1, диодов VD2, VD3, полевого транзистора VT1 и монтажа. Перестройка контура по частоте осуществляется подачей напряжения на варикап.

Сам усилитель собран по каскодной схеме на транзисторах VT1 и VT2, при этом на транзисторе VT2 собран усилительный каскад по схеме с общей базой. Это уменьшает влияние паразитной емкости сток-затвор полевого транзистора на работу усилителя. Одновременно транзистор VT2 совместно со

VT2), коэффициент усиления уменьшается до 18 дБ. Максимальный ток, потребляемый усилителем, составляет 140 мА.

Усилитель питается по кабелю снижения через специальное устройство, схема которого показана на рис. 2. На транзисторе VT1 и стабилизаторе VD3 собран регулируемый параметрический стабилизатор напряжения, на VT2 — электронный ключ, а на диодах VD1 и VD2 — выпрямитель ВЧ напряжения. Двухцветный светодиод HL1 обеспечивает индикацию режимов работы устройства.

При отключенном питании (выключатель SA1 разомкнут) напряжение на усилитель не поступает. Когда SA1 замкнут, на усилитель поступает напряжение, которое можно изменять резистором R5 (и тем самым регулировать частоту настройки усилителя). При этом будут гореть оба светодиода, что в результате дает желтый цвет свечения.

При переходе трансивера на передачу его сигнал выпрямляется диодами VD1, VD2 и транзистор VT2 открывается. При этом напряжение на базе транзистора VT1 уменьшится до долей вольта, на антенный усилитель напряжение поступать не будет и он отключится. Светодиод зеленого свечения погаснет, и будет гореть только красный, индицируя режим передачи. При работе с трансивером в режиме SSB для отключения антенного усилителя во время передачи на

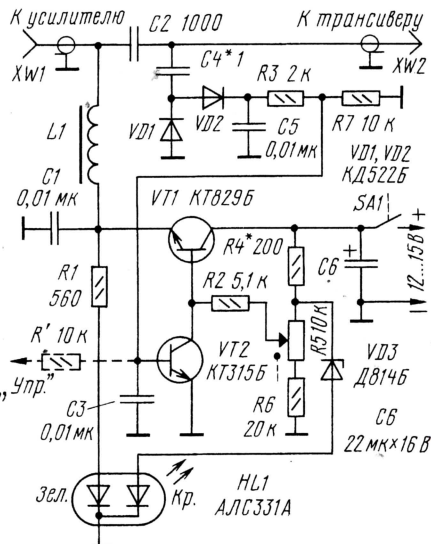


Рис. 2

вход "Упр." надо подавать постоянное напряжение несколько вольт.

В усилителе можно применить: транзистор VT1 — АР325А-2, VT2 — КТ382А, варикап VD1 — КА610Б. Подстроечный конденсатор C2 — КТ4-25, остальные желательно применить безвыводные (К10-17в) или с выводами, но минимальной длины, и малогабаритные керамические. Резисторы — МЛТ, C2-33. Катушка L1 намотана проводом диаметром 1 мм на каркасе 8 мм и содержит 8,5 витка с отводом от 0,5-го витка, длина намотки 12 мм. Автором был применен медный неизолированный провод (центральная жила ВЧ кабеля), при этом полоса пропускания усилителя составила 1,2 МГц. Если применить посеребренный провод, то полосу пропускания можно несколько уменьшить. Автотрансформатор T1 намотан на кольце К5×1×1,5 из феррита проницаемостью 2000 проводом ПЭВ-2 0,2 и содержит 2×10 витков (вдвое сложенный проводом). Дроссель L2 — ДМ-0,4 индуктивностью 20 мкГн. Реле K1 и K2 — РЭК43 с напряжением срабатывания 5,5...6 В и сопротивлением обмотки 125 Ом.

Налаживание усилителя сводится к установке диапазона перестройки подбором числа витков катушки L1 и раздвижкой ее витков. Полосу пропускания и согласование устанавливают конденсатором C2 или изменением места отвода от L1. В модуле питания конденсатор C4 подбирают так, чтобы устройство устойчиво переключалось. Подбором резистора R4 добиваются, чтобы через стабилизатор VD3 протекал ток примерно 15 мА.

Разработано  
в лаборатории  
журнала "РАДИО"



## ДВУХДИАПАЗОННЫЙ АНТЕННЫЙ УСИЛИТЕЛЬ

В диапазонах УКВ (144 и 430 МГц) для работы с двухдиапазонными радиостанциями радиолюбители часто применяют двухдиапазонные антенны

на трансформаторе Т1, и затем на выход. Макет, собранный по этой схеме, обеспечил усиление 12...14 дБ в диапазоне 144 МГц и 9...10 дБ в диапазоне 430 МГц. Для получения большего усиления надо применить транзисторы с большей крутизной.

антенный усилитель обесточен и сигналы идут, минуя усилительные каскады. При замыкании тумблера SA1 на усилитель поступает напряжение 6,5...7 В, и его реле срабатывают. При переходе трансивера в режим передачи его сигнал выпрямляется

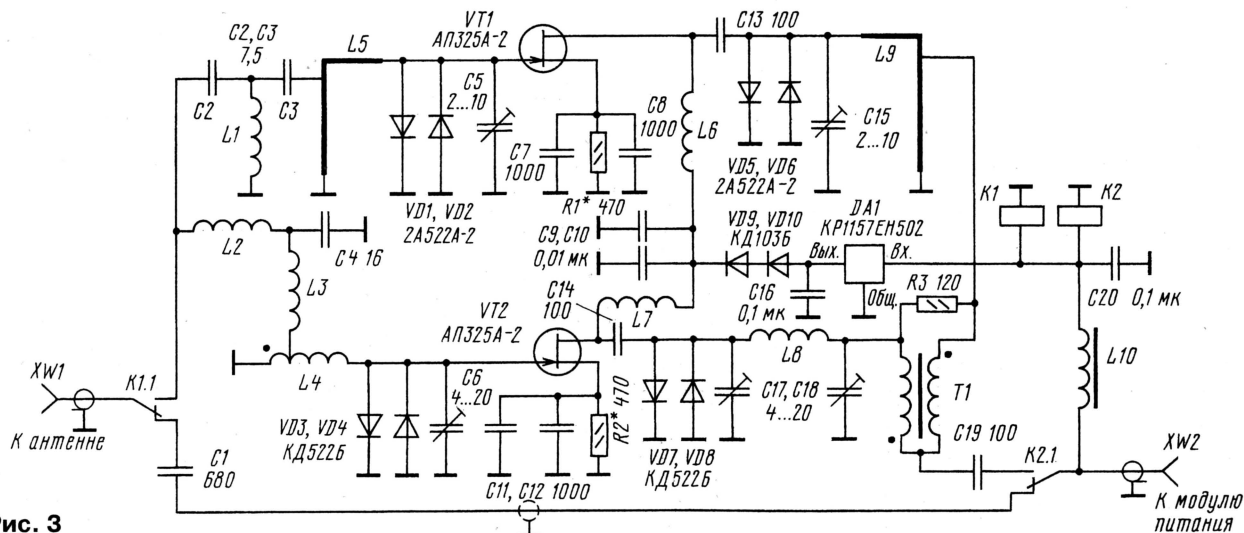


Рис. 3

с вертикальной поляризацией (“кактус” или промышленного изготовления: Diamond, Sirio, Anli и т. д.), питаемые по одному кабелю. Для улучшения приема в диапазонах УКВ антенны снабжают антенными усилителями, поэтому в данном случае необходим двухдиапазонный усилитель. Применять широкополосный усилитель, например, от телевизионных антенн здесь нецелесообразно, поскольку это может привести к возникновению перекрестных искажений. Гораздо лучшие результаты можно получить, если применять селективные усилители, например, такие, как в [1, 3]. Если их объединить в общую конструкцию, получится двухдиапазонный антенный селективный усилитель.

Устройство состоит из двух узлов: собственно усилителя и модуля питания. Схема усилителя показана на рис. 3. На транзисторах VT1 и VT2 собраны усилители на диапазонах 430 и 144 МГц соответственно. Напряжение питания стабилизировано стабилизатором DA1. Диоды VD9 и VD10 снижают напряжение до 3,5 В, которое рекомендуется для примененных транзисторов. Если будут применены другие транзисторы, эти диоды можно исключить.

Если напряжение питания на усилитель не подается, сигнал от антенны через контакты реле K1.1, конденсатор C1 и контакты K2.1 поступает на выходное гнездо XW2. При подаче питающего напряжения (по кабелю снижения) реле сработают и подключат входное и выходное гнезда к усилителям.

Входной сигнал диапазона 144 МГц через ФНЧ L2C4L3 поступает на входной контур L4C6 одного усилителя, а сигнал диапазона 430 МГц через ФВЧ C2L1C3 — на входной контур L5C5 второго усилителя. Диоды VD1—VD8 защищают транзисторы от сигналов передатчика. После усиления сигналы поступают на сумматор, собранный

Катушки L1, L2, L3, L6, L7 намотаны проводом ПЭВ-2 0,4 на оправке диаметром 4 мм и содержат 2, 3, 3, 7 и 12 витков соответственно. L4 и L8 намотаны проводом ПЭВ-2 0,9 на оправке диаметром 4 мм и содержат 5 (отвод от первого витка) и 7 витков соответственно.

и поступает на базу транзистора VT2. Он открывается, напряжение на базе транзистора VT1 уменьшается почти до нуля и питание усилителя отключается — выход трансивера будет соединен непосредственно с антенной, минуя усилительные каскады.

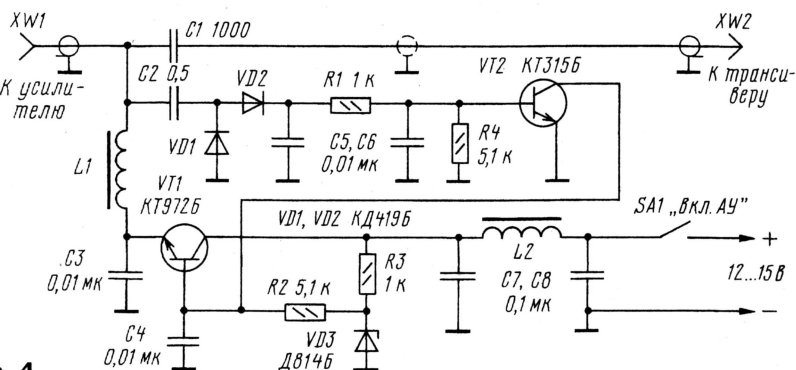


Рис. 4

Дроссель L10 — ДМ-0,2 индуктивностью 10...40 мкГн. Трансформатор Т1 намотан на ферритовом кольце внешним диаметром 5 мм. Намотку ведут вдвое сложным проводом ПЭВ-2 0,2, число витков — 10. Реле K1 и K2 — РЧК-43 с напряжением срабатывания 5,5...6 В.

Напряжение на антенный усилитель поступает по кабелю снижения через модуль питания (рис. 4). Он обеспечивает подачу питающего напряжения величиной 7...8 В в режиме приема и автоматическое отключение усилителя в режиме передачи. Модуль включают между входом трансивера и кабелем снижения. Он содержит стабилизатор напряжения на транзисторе VT1, выпрямитель на диодах VD1, VD2 и ключ на транзисторе VT2.

В исходном состоянии (показано на схеме) тумблер SA1 разомкнут, поэтому

По окончании передачи транзистор VT2 закроется и питание вновь будет подано на антенный усилитель.

Модуль питания подключают к стабилизированному блоку питания напряжением 12...15 В, например, к тому же, от которого работает и сам трансивер.

### ЛИТЕРАТУРА

1. Нечаев И. Антенный усилитель диапазона 2 метра. — Радио, 2000, № 1, с. 62, 63.
2. Нечаев И., Лукьянчиков Н. УВЧ в радиостанции “Маяк”. — Радио, 2000, № 9, с. 63, 64.
3. Нечаев И. Две конструкции для УКВ радиостанции. — Радио, 2000, № 11, с. 62, 63.

От редакции. Рисунки печатных плат к этой статье находятся на нашем ftp сервере по адресу: <ftp://ftp.radio.ru/pub/2003/01/dvkon>.



# Интернет: инструкция по управлению

**А. ГОЛЫШКО, главный эксперт**

**ЗАО «Компания «МТУ-Информ», г. Москва**

*«Каждый человек на земле, чем бы он ни занимался, играет главную роль в истории мира».*

**Пауло Коэльо «Алхимик»**

## Кто и как управляет Сетью

Конгломерат сетей, имеющий общее название Интернет, не имеет какого-либо административного органа управления всей инфраструктурой. Поэтому на вопрос, — «Кто же управляет сетью Интернет?» — можно уверенно ответить, что никто не управляет.

Тем не менее существует ряд достаточно авторитетных образований, действующих на общественных началах и вырабатывающих для всех сетей те или иные рекомендации. В целом они действуют в рамках так называемого сообщества Интернет или **ISOC** (Internet Society) — общественной организации, объединяющей основную массу пользователей и экспертов сети Интернет. Ее основная цель — поддерживать и распространять сеть Интернет и связанные с ней технологии и приложения, позволяя всевозможным организациям, профессиональным сообществам и индивидуальным пользователям более эффективно сотрудничать в их основной области интересов. Таким образом, «поругать» в сети Интернет может только тот, кто имеет среди ее пользователей признанный авторитет, а не тот, кому этого просто захотелось по каким-либо коммерческим или «административно-национальным» причинам. При ISOC действует ряд комитетов, которые вырабатывают рекомендации по стандартам межсетевого взаимодействия, и выпускается бюллетень Internet Society News. А вот еще признанные «Интернет-авторитеты».

**Internet Architecture Board (IAB)** — совет по развитию Интернета. Координирует развитие протоколов TCP/IP, представляет на рассмотрение ISOC результаты исследований. Объединяет в своем составе различные группы по развитию Интернета (IESG, IETF, IRTF, IANA, CERT).

**Internet Engineering Steering Group (IESG)** — группа управления технологией Интернета (входит в IAB). Занимается рассмотрением стандартов и техническими работами для IETF. Работает по правилам и процедурам, устанавливаемым советом ISOC. Анализирует состояние дел и заключительные редакции предложений по стандартам. Состоит из выборных членов IETF.

**Internet Engineering Task Force (IETF)** — так называемая тематическая группа по технологии Интернета (входящая в IAB). Это общественная организация, отвечающая за разработку стандартов на протоколы и архитектуру Интернета. Обычно при возникнове-

нии какой-либо проблемы из добровольцев собирается специальная группа. Рабочие группы IETF специализируются на отдельных проблемах по мере их возникновения. Изученные проблемы могут быть направлены в IESG на рассмотрение и утверждение. Заседания IETF проводятся трижды в год, а участвовать в них может любой желающий (ietf-info@isoc.org, <http://www.ietf.org>).

**Internet Research Task Force (IRTF)** — тематическая группа Интернет-исследований (входит в IAB). Это организация, концентрирующаяся на развитии перспективных технологий. Работает в виде групп с ориентацией на TCP/IP, поиск информационных ресурсов, безопасность и защиту информации.

## Кто еще?

Хотя следование принятым указанными выше органами рекомендациям и является добровольным делом каждой отдельной сети, те сети, которые отказываются следовать этим рекомендациям, обрекают себя на изоляцию со всеми вытекающими последствиями. К координирующим информационным организациям относятся, прежде всего, **центры сетевой информации NIC** (Network Information Center). Это организации, ответственные за распределение сетевых IP-адресов и регистрацию имен доменов и предназначенные для снабжения пользователей документацией и полезной информацией по Интернету. Каждый NIC дает возможность быстрого поиска информации по нужной теме, хранит информационные документы для быстрого ознакомления исследователей сетевых технологий с новыми идеями (**RFC** — Request for Comments), другую документацию, справочники, а также доклады по Интернету.

**InterNIC** — центр сетевой информации (NIC) в США. Объединяет три организации, осуществляющие разделение функций:

- Регистрация IP-адресов, доменов \*.com — Network Solution, Inc. (Херндон, Вирджиния) (<ftp://rs.internic.net>, [hostmaster@rs.internic.net](mailto:hostmaster@rs.internic.net)).

- Справочные услуги и сопровождение баз данных — AT&T (admin@ds.internic.net, <http://www.internic.net>).

- Информационные услуги — General Atomic (Сан-Диего, Калифорния) ([info@internic.net](mailto:info@internic.net)).

Европейские поставщики сетевых услуг образуют комитет **RIPE** (Reseaux IP Europeens) для обеспечения административной и технической координации

пан-европейских IP-сетей (<ftp://ftp.ripe.net>, <http://www.ripe.net>).

Документация Интернет представлена уже упоминавшимися документами **RFC**. В 1969 г. Стив Крокер (Steve Crocker) сделал первый шаг в образовании серии RFC — информационных документов для быстрого ознакомления исследователей сетевых технологий с новыми идеями. Первые RFC документы печатались на бумаге и распространялись по почте. Архивы документов RFC можно свободно найти в Интернете. Любой человек может подготовить документ, оформить его в виде RFC, и после рассмотрения предложений на IETF документ будет представлен редактору (С. Крокеру), который присуждает документу очередной RFC-номер.

Документы «для ознакомления» For Your Information (**FYI**) входят в серию RFC. Эти документы являются подмножеством RFC (имеют FYI-номер и RFC-номер) и содержат полезную информацию по основам Интернета, но рассчитаны на более широкую аудиторию.

Серия «стандартных» документов Standard Document (STD) также входит в подмножество RFC и имеет силу стандарта Интернета (имеют свои STD- и RFC-номера).

В результате обсуждения в конференциях определенной темы формируется круг вопросов, которые задают большинство людей. Добровольцы собирают самые частые и интересные вопросы и наиболее полные ответы на них в виде так называемых «часто задаваемых вопросов» Frequently Asked Questions (**FAQ**). Это опыт многих пользователей, собранный в одном документе.

## Как формировалась широкая Интернет-общественность

Интернет — это еще и собрание обществ. Все вышеприведенное — итог продолжительной работы сетевой общности. Дух коллективизма, сотрудничества в Интернете имеет глубокие корни, он зародился еще в начале работ над ARPANET (<http://www.jetinfo.ru/1997/14/1/article1.14.1997160.html>).

Пионеры ARPANET работали как единый, спаянный коллектив, чтобы как можно быстрее продемонстрировать жизнеспособность технологии пакетной коммутации. Проекты развивались в условиях сотрудничества многих подрядчиков. В рамках каждой из программ формировалась рабочая группа, первой из которых была сетевая рабочая группа ARPANET, которая позже превратилась в рабочую группу Интернета (Internet Working Group).

В конце 70-х годов Интернету понадобились средства координации. В. Серф, руководивший в то время в DARPA программой Интернета, сформировал несколько координирующих органов — Международный совет по сотрудничеству (International Cooperation Board, ICB), Исследовательскую группу Интернета (Internet Research Group) и Совет по конфигура-



ционному управлению Интернетом (Internet Configuration Control Board, ICCB).

В 1983 г. исследовательскую программу Интернета возглавил Барри Лейнер (Barry M. Leiner). Совет ICCB был упразднен, ему на смену пришла совокупность тематических групп (Task Forces), занимавшихся определенными технологическими областями (например, маршрутизаторы, сквозными протоколами и т.п.), а из руководителей Тематических групп был образован Совет по развитию Интернета (IAB).

После некоторых изменений в составе IAB Фил Гросс (Phill Gross) стал председателем возрожденной тематической группы по технологии Интерне-

в тематическую группу Интернет-исследований (IRTF) и переименованы в исследовательские.

С начала 80-х годов предметом особой заботы стали открытость и честность процесса стандартизации. Это и привело к формированию в 1991 г. ISOC под патронатом возглавляемой Р. Каном Корпорации национальных исследовательских инициатив (Corporation for National Research Initiatives, CNRI) и под руководством В. Серфа.

В 1992 г. состоялась еще одна реорганизация — Совет по развитию Интернета (Internet Activities Board) был превращен в Совет по архитектуре Интернета (Internet Architecture

## Коммерциализация технологии

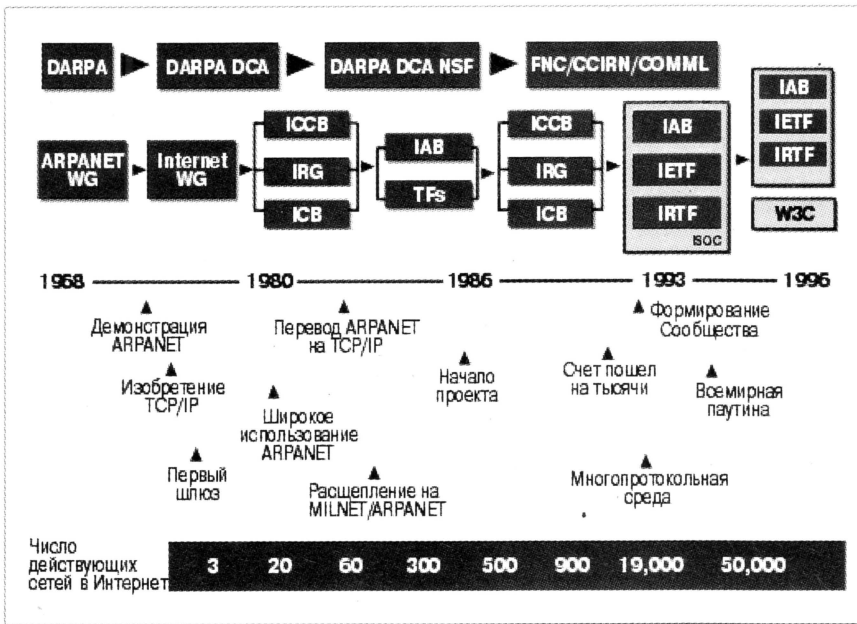
Постепенная коммерциализация Интернета включает в себя не только развитие конкурентных частных сетевых услуг, но и разработку коммерческих продуктов, реализующих Интернет-технологии. В начале 80-х годов большинство производителей видели в TCP/IP небольшую добавку к собственным закрытым сетевым решениям: SNA, DECNet, NetWare, NetBios. Министерство обороны США во многих контрактах требовало обязательного использования TCP/IP, но практически не помогало своим подрядчикам понять, как строить полезные TCP/IP-продукты.

В 1985 г., осознав недостаток доступной информации и возможности пройти обучение, Дэн Линч (Dan Lynch) совместно с IAB организовал трехдневный семинар для **ВСЕХ (!)** производителей. На семинаре рассказывалось о возможностях, устройстве и о нерешенных пока проблемах TCP/IP. Большинство докладчиков (всего их было около 50 на 250 слушателей) представляли исследовательские круги DARPA. Сотрудники компаний-производителей поразила открытость, с которой изобретатели рассказывали о том, как все работает (и что пока не работает). Изобретатели с удовольствием узнали о новых для себя проблемах, с которыми сталкивались производители. Так начался диалог, продолжающийся свыше пятнадцати лет.

Производители начали посещать собрания IETF (ранее там собирались академические круги), происходящие 3 или 4 раза в год, чтобы обсудить новые идеи по расширению семейства протоколов TCP/IP. Это самоорганизующееся сообщество работает в духе сотрудничества и взаимной выгоды.

Примером сотрудничества между исследовательскими и коммерческими кругами служит сетевое управление. С ростом Сети становилось понятно, что некоторые частные решения в области интероперабельности не всегда удается масштабировать. Ручное конфигурирование таблиц стало заменяться распределенными автоматическими алгоритмами, были придуманы улучшенные средства изоляции неисправностей. В 1987 г. выявилась потребность в протоколе, обеспечивающем единообразное удаленное администрирование сетевых компонентов, таких как маршрутизаторы. Было предложено несколько протоколов (HEMS, CMIP), в том числе так называемый «простой протокол управления сетью» (Simple Network Management Protocol, SNMP), спроектированный, как понятно, из соображений простоты, однако в итоге именно его и выбрал рынок.

В наши дни Интернет-обслуживание уже почти перешло в разряд бытового, и основное внимание теперь сосредоточено на использовании этой глобальной информационной инфраструктуры как основы других коммерческих услуг.



Хронология Интернета в XX веке.

та (IETF), в то время бывшей обычной тематической группой IAB. В 1985 г. наблюдался стремительный рост именно практических, технологических аспектов Интернета, что привело к колоссальному увеличению числа специалистов, присутствовавших на заседаниях IETF. Ф. Гросс был вынужден создать в IETF подструктуру в виде рабочих групп.

Постепенно управление DARPA перестало быть единственным крупным инвестором Интернета. Помимо NSFNet и других программ, финансировавшихся из бюджета, начали разворачиваться коммерческие проекты. Возникли новые подструктуры в рамках как IAB, так и IETF. В IETF прошло объединение рабочих групп по областям деятельности с назначением директоров областей, объединившихся в группу управления технологией Интернета (IESG). В IAB осознали растущую важность IETF и перестроили процесс стандартизации, сделав IESG основным рецензирующим органом. Тематические группы, не входившие в иерархию IETF, были объединены

Board), функционирующий под покровительством Сообщества Интернет. Между новым вариантом IAB и IESG были установлены более равноправные отношения, а на IETF и IESG легла большая ответственность за принятие стандартов. В итоге между IAB, IETF и ISOC были сформированы отношения сотрудничества и взаимной поддержки, причем целью Сообщества стало обеспечение оптимальных условий для работы IETF.

Широкое распространение Всемирной паутины привлекло в Интернет массу новых людей, никогда не причислявших себя к числу исследователей и разработчиков сетей. Была создана новая координирующая организация, W3-консорциум (World Wide Web Consortium, W3C). Первыми руководителями консорциума стали уже известный нам изобретатель WWW Т. Бернерс-Ли и Эл Вецца (Al Vezza). Таким образом, по мере развития Сети наблюдается постоянное развитие организационных структур, призванных поддерживать все расширяющееся сообщество, работающее на благо Сети.